

Der Einfluß der
verzögerten Sprachrückkoppelung
(LEE-Effekt) auf die Sprache

KLAUS JURGEN PFEIFER

1967

AUS DER KLINIK UND POLIKLINIK FÜR HALS-, NASEN-
UND OHRENKRANKE DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor Prof. Dr. A. Herrmann

DER EINFLUSS DER VERZÖGERTEN SPRACHRÜCKKOPPELUNG
(L E E - EFFEKT) AUF DIE SPRACHE

INAUGURAL - DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten
Medizin verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von

Klaus Jürgen Pfeifer
aus

Wilhelmshaven

MÜNCHEN
1968

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Priv. Doz. Dr. E. Loebell

Mitberichterstatter: Prof. Dr. A. Herrmann

Dekan: Prof. Dr. F. Holle

Tag der mündl. Prüfung: 22.12.1967



- I. Stellungnahme des Schülers zum Unterricht 1
- II. Persönliche Angaben des Schülers 2
 1. Name des Schülers 2
 2. Geburtsdatum 2
 3. Geburtsort 2
 4. Matrikelnummer 2
 5. Wohnort 2
 6. Beruf des Vaters 2
 7. Beruf der Mutter 2

- III. Persönliche Angaben des Schülers 3
 1. Name des Schülers 3
 2. Geburtsdatum 3
 3. Geburtsort 3
 4. Matrikelnummer 3
 5. Wohnort 3
 6. Beruf des Vaters 3
 7. Beruf der Mutter 3
 8. Religion des Schülers 3
 9. Politische Anschauung des Schülers 3
 10. Beruf des Schülers 3
 11. Beruf des Vaters 3
 12. Beruf der Mutter 3
 13. Religion des Schülers 3
 14. Politische Anschauung des Schülers 3
 15. Beruf des Schülers 3
 16. Beruf des Vaters 3
 17. Beruf der Mutter 3
 18. Religion des Schülers 3
 19. Politische Anschauung des Schülers 3
 20. Beruf des Schülers 3
 21. Beruf des Vaters 3
 22. Beruf der Mutter 3
 23. Religion des Schülers 3
 24. Politische Anschauung des Schülers 3
 25. Beruf des Schülers 3
 26. Beruf des Vaters 3
 27. Beruf der Mutter 3
 28. Religion des Schülers 3
 29. Politische Anschauung des Schülers 3
 30. Beruf des Schülers 3
 31. Beruf des Vaters 3
 32. Beruf der Mutter 3
 33. Religion des Schülers 3
 34. Politische Anschauung des Schülers 3
 35. Beruf des Schülers 3
 36. Beruf des Vaters 3
 37. Beruf der Mutter 3
 38. Religion des Schülers 3
 39. Politische Anschauung des Schülers 3
 40. Beruf des Schülers 3
 41. Beruf des Vaters 3
 42. Beruf der Mutter 3
 43. Religion des Schülers 3
 44. Politische Anschauung des Schülers 3
 45. Beruf des Schülers 3
 46. Beruf des Vaters 3
 47. Beruf der Mutter 3
 48. Religion des Schülers 3
 49. Politische Anschauung des Schülers 3
 50. Beruf des Schülers 3
 51. Beruf des Vaters 3
 52. Beruf der Mutter 3
 53. Religion des Schülers 3
 54. Politische Anschauung des Schülers 3
 55. Beruf des Schülers 3
 56. Beruf des Vaters 3
 57. Beruf der Mutter 3
 58. Religion des Schülers 3
 59. Politische Anschauung des Schülers 3
 60. Beruf des Schülers 3
 61. Beruf des Vaters 3
 62. Beruf der Mutter 3
 63. Religion des Schülers 3
 64. Politische Anschauung des Schülers 3
 65. Beruf des Schülers 3
 66. Beruf des Vaters 3
 67. Beruf der Mutter 3
 68. Religion des Schülers 3
 69. Politische Anschauung des Schülers 3
 70. Beruf des Schülers 3
 71. Beruf des Vaters 3
 72. Beruf der Mutter 3
 73. Religion des Schülers 3
 74. Politische Anschauung des Schülers 3
 75. Beruf des Schülers 3
 76. Beruf des Vaters 3
 77. Beruf der Mutter 3
 78. Religion des Schülers 3
 79. Politische Anschauung des Schülers 3
 80. Beruf des Schülers 3
 81. Beruf des Vaters 3
 82. Beruf der Mutter 3
 83. Religion des Schülers 3
 84. Politische Anschauung des Schülers 3
 85. Beruf des Schülers 3
 86. Beruf des Vaters 3
 87. Beruf der Mutter 3
 88. Religion des Schülers 3
 89. Politische Anschauung des Schülers 3
 90. Beruf des Schülers 3
 91. Beruf des Vaters 3
 92. Beruf der Mutter 3
 93. Religion des Schülers 3
 94. Politische Anschauung des Schülers 3
 95. Beruf des Schülers 3
 96. Beruf des Vaters 3
 97. Beruf der Mutter 3
 98. Religion des Schülers 3
 99. Politische Anschauung des Schülers 3
 100. Beruf des Schülers 3

G L I E D E R U N G

Seite

I.	Einleitung.....	1
II.	Normale Sprache und Sprachbildung.....	2
1.	Stimmgebung.....	2
a.	Atemapparat.....	2
b.	Kehlkopf.....	2
c.	Ansatzrohr.....	4
2.	Steuerung der Sprache durch Regelmechanismen	5
3.	Bedeutung und Leistung der Sprache.....	9
III.	Verzögerte Sprachrückkoppelung.....	10
1.	Entdeckung und Beschreibung des L E E - Effektes.....	10
2.	Beeinflussung der Sprache durch den L E E - Effekt.....	10
a.	Änderung des Sprechtempos.....	10
b.	Erhöhung der Lautstärke.....	11
c.	Erhöhung der Tonhöhe.....	12
d.	Langziehen von Silben.....	12
e.	Silbenverdoppelungen.....	13
f.	Störung der Wortfindung und des logischen Denkens.....	13
g.	Vegetative Beeinflussung.....	14
3.	Beeinflussung der Sprache in Abhängigkeit von verschiedenen Versuchsbedingungen.....	15
a.	Lautstärke der Wiedergabe.....	15
b.	Verzögerung.....	15
c.	Persönliche Faktoren.....	16
4.	Pathologische Veränderungen des Sprechens..	18
a.	Stottern.....	18
b.	Poltern.....	19
c.	Vergleich des L E E - Effektes mit Stottern und Poltern.....	20
5.	Untersuchung von Stotterern mit der verzögerten Sprachrückkoppelung.....	21

	<u>Seite</u>
6. Anwendung der verzögerten Sprachrückkoppelung.....	23
a. Gehörprüfung.....	23
b. Therapie von Stotterern mit Hilfe des L E E - Effektes.....	25
7. Erklärungsversuche des L E E-Effektes...	26
IV. Eigene Untersuchungen.....	31
1. Versuchsanordnung der ersten Versuchsreihe	31
2. Ergebnisse.....	39
3. Versuchsanordnung der zweiten Untersuchungsreihe.....	50
4. Ergebnisse.....	52
V. Diskussion.....	69
VI. Zusammenfassung.....	73
VII. Literaturverzeichnis.	

DER EINFLUSS DER VERZÖGERTEN SPRACHRÜCKKOPPELUNG
(L E E - EFFEKT) auf die Sprache

Mit der Sprache und in der Sprache denkt der Mensch. In ihr sieht er das Mittel, seine Vorstellungen und Gefühle zu äußern, sie anderen verständlich zu machen. Die Sprache ist ein integrierender Bestandteil des Homo sapiens. Um so ernster sollte man Sprachstörungen nehmen, sich ihrer Erforschung und damit auch der möglichen Beseitigung annehmen, seien es Lautbildungsstörungen durch Schwerhörigkeit oder von Bildungsfehlern der äußeren Sprechwerkzeuge oder aber der zugehörigen Nervenbahnen oder -Zentren oder schließlich von Funktionsmängeln.

Ganz neue Gesichtspunkte ergeben experimentell erzielbare Sprachstörungen beim Gesunden, wie durch die verzögerte Sprachrückkoppelung, nach ihrem Entdecker auch "L E E - Effekt" genannt. Ist es doch mit ihm möglich, bei Gesunden Sprachstörungen zu erzeugen und unter Umständen, wie wir später noch sehen werden, Stottern zu bessern.

Zweck der vorliegenden Arbeit ist es, den Einfluß der verzögerten Sprachrückkoppelung auf die normale Sprache g r a p h i s c h darzustellen, um auf den Ergebnissen aufbauend weitere Bausteine für die Erkennung und evt.auch Behandlung gewisser Sprachstörungen zu finden.

II. SPRACHBILDUNG

1. Stimmgebung

Der Stimmbildungsapparat des Menschen setzt sich aus drei Anteilen zusammen, der Lunge, dem Kehlkopf und dem Ansatzrohr bestehend aus Pharynx, Mund- Nasen- und Nebenhöhlen. Der Luftstrom aus der Lunge wird im Kehlkopf durch die Stimmlippen in Schwingung versetzt. Von der Frequenz dieser Schwingungen hängt die Höhe des Grundtones ab, von dem Ansatzrohr die Obertöne des Klanges und damit der Klangcharakter.

a. Atemapparat

Der wichtigste Atmungsmuskel ist das Zwerchfell, das durch seine Kontraktion den Brustraum nach unten erweitert. Durch seine Eigenelastizität und die Druckdifferenz zwischen Bauch- und Brusthöhle kommt es bei der Ausatmung zu einer Entspannung und einem Höherentreten des Zwerchfells. Die Musculi intercostales externi vergrößern das Brustkorbvolumen aktiv durch Heben der Rippen, ihre Antagonisten, die Musculi intercostales interni, unterstützen mit ihrer Kontraktion die Expiration, wobei sich die Lungen durch ihre Eigenelastizität verkleinern.

b. Kehlkopf

Die Modulation des Luftstromes aus der Lunge erfolgt durch die Stimmlippen. Bei der einer Phonation vorausgegangenen Inspiration stehen die Stimmlippen offen. Die Musculi thyreoarytaenoidei externi und cricoarytaenoidei laterales schließen die Stimmlippen, indem sie die Processi vocales der Aryknorpel aneinanderlegen. In dieser Stellung, der sog. Phonationsstellung, sind

die Stimmlippen noch nicht schwingungsfähig. Sie müssen erst durch die Musculi cricothyreoidei die richtige Länge . . . und durch die Musculi vocales die richtige Spannung erhalten.

Nach der myoelastischen Theorie der Tonerzeugung, begründet von F E R R E I N (1741) und weitergeführt von E W A L D (1898) erfolgt die Bildung der menschlichen Stimme nach dem gleichen Prinzip wie die Tonerzeugung durch eine Polsterpfeife (s.Abb.1).

Die aus der Lunge gepresste Expirationsluft drückt die geschlossenen Stimmlippen auseinander; durch die größere Öffnung strömt mehr Luft aus, der Druck sinkt. Die Elastizität der Stimmlippen führt diese wieder näher zusammen, sodaß der Druck wieder ansteigt und der Vorgang sich rhythmisch wiederholt. Diese Schwingungen der Stimmlippen verhalten sich wie "selbsterregte" Schwingungen: Sie regeln

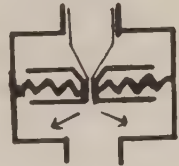


Abbildung 1. Schema einer Polsterpfeife (nach Ewald)

die nachströmende Energie des Luftstromes und werden von dieser in Schwingung erhalten. Nach der vorbereitenden Einstellung und Spannung der Stimmlippen erfolgen die Schwingungen rein mechanisch. Ihre Zahl und damit die Grundtonhöhe ist abhängig von der Länge, Dicke und Spannung der Stimmlippen, dem Anblasdruck und der Geschwindigkeit des Luftstromes.

1950 hat H U S S O N eine zweite Theorie für die Stimmgebung entwickelt. Nach ihr werden die Schwingungen der Stimmlippen aktiv durch den Musculus vocalis erzeugt. Neuromotorische Impulse mit der entsprechenden Frequenz des Grundtones veranlassen den Musculus vocalis, sich in dieser Frequenz zu kontra-

hieren. Die hohe Frequenz des Grundtones wird dadurch erreicht, daß der N. recurrenz wie der N. cochlearis nach dem Salvenprinzip arbeitet, und daß beim ersten Impuls nur ein Teil der Muskelfasern des Musculus vocalis, beim nächsten ein weiterer Anteil der Muskelfasern anspricht.

Damit würde nach dieser Theorie die Tonhöhe direkt durch die Frequenz der neuromotorischen Impulse bestimmt, doch ist diese Theorie inzwischen überholt (Luchsinger, Berendes, u.a.).

c. Ansatzrohr

Die Klangfarbe der Stimme ist abhängig von der Gestalt des Ansatzrohres. Nach den Theorien von v. H E I M H O L T Z und H E R M A N N veranlas-

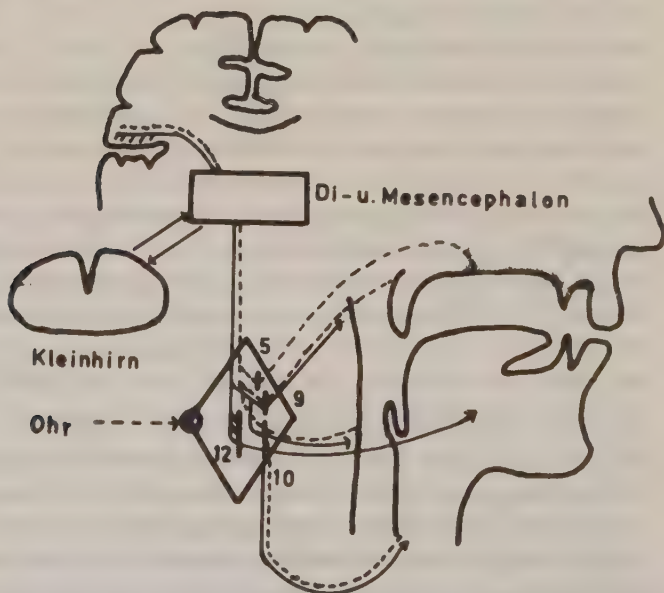


Abbildung 2. Schema der Koordinationsebenen der Sprache.
(nach Gardé, entnommen L U L L I E S 51).

sen die im Kehlkopf erzeugten Schwingungen die Luft-räume des Ansatzrohres, entsprechend ihrer Eigenfrequenz und ihrer Dämpfung zum Mitschwingen. Die Form des Ansatzrohres und damit sein Resonanzgebiet kann sowohl durch Heben und Senken des Kehlkopfes als auch durch Verengung und Erweiterung seines Lumens geändert werden.

2. Steuerung der Spracherzeugung

Das Zusammenspiel der einzelnen Muskeln des Stimm- und Sprachapparates setzt eine entsprechende Innervation voraus. Hierbei spielen reflektorische Regelmechanismen auf den verschiedenen Niveaus des Zentralnervensystems eine wichtige Rolle.

Die Koordinierung der Sprachbildung erfolgt nach Gardé (zit. nach L U L L I E S (51) in den drei Ebenen (s. Abb. 2) :

1. Ebene: Medulla oblongata:

Die zentrale Schaltstation der motorischen Nerven, die für die Form des Ansatzrohres verantwortlich sind, die Nn. trigeminus, faciales, glossopharyngicus und hypoglossus, liegt in der Medulla oblongata. Hinzu kommen motorische Fasern des N. vagus, die mit solchen des N. glossopharyngicus zusammen aus dem Nucleus ambiguus entspringen und Pharynx und Larynx versorgen. Sensible Fasern des N. trigeminus und des N. glossopharyngicus laufen mit Zwischenschaltung von Neuronen des Nucleus reticularis zum Nucleus ambiguus und zu den motorischen Vorderhornzellen im Hals- und Brustmark. Vom Halsmark zieht der N. phrenicus, vom Brustmark die Nn. intercostales zu den Atemmuskeln. Ein Teil des Nucleus reticularis bildet das in- und expiratorische Atemzentrum. Zwischen afferente Fasern aus der Lunge und den motorischen Zellen der Stimm- und Atemmuskeln ist der Nucleus reticularis eingeschaltet. Nach L U L L I E S

(51) läßt die nahe Nachbarschaft des Nucleus cochlearis zu den erwähnten Kerngebieten einen direkten Reflexbogen zwischen dem Hör- und Sprachorgan als möglich erscheinen.

2. Ebene: Stammganglien, Kleinhirn, vegetative Zentren des Mesencephalon.

Die Kerne des Thalamus dienen der Umschaltung und Modifikation sensorischer Erregung auf die Großhirnrinde. Diese Reize stammen u.a. aus den sensiblen Kernen und dem Nucleus reticularis der Medulla oblongata. Dem Thalamus werden außerdem noch Einflüsse der vegetativen Zentren des Hypothalamus vermittelt. Die Basalganglien, das Corpus striatum und der Globus pallidus, bilden zusammen mit dem Kleinhirn und Teile des Mittelhirn das extrapyramidalmotorische System, das die feinmotorische Koordination der Muskelkontraktionen regelt.

3. Ebene: Großhirnrinde

Das letzte übergeordnete Integrationsorgan ist die Großhirnrinde mit ihren verschiedenen Sprachzentren :

- a. dem motorischen Sprachzentrum von B R O C A in der unteren Stirnwindung,
- b. dem sensorischen Sprachzentrum von W E R N I C K E in der oberen Schläfenwindung und
- c. dem optischen Sprach- und Lesezentrum im Gyrus angularis des unteren Scheitellappenbereichs.

Diese sog. Sprachzentren sind nur auf einer Großhirnhemisphäre ausgebildet. Wird eins dieser Gebiete geschädigt, so ist eine entsprechende Sprachstörung die Folge.

F R Ü H (28) versucht diese verwickelten Regelmechanismen der Sprache mit kybernetischen Regelkreisen

darzustellen. Er geht von einem einfachen Modell (Abb.3) eines Regelkreises aus, bei dem der Regler die zentralmotorische Vertretung, die Stellgröße y , die motorischen Nervenimpulse und das Stellglied die Muskeln sind. Die Bewegung der Muskeln werden durch sensorische Fasern dem Regler über einen Vergleicher und einem Meßglied (Nervenzelle und Muskelspindel) zurückgemeldet.

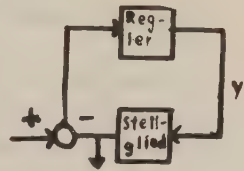


Abbildung 3. Schema eines Regelkreises

In Abb.4 werden die Regelmechanismen in den vorher beschriebenen drei Ebenen dargestellt. Die einzelnen Regler R_1 , R_2 , etc. befinden sich topographisch in der Medulla oblongata. Die Rückkopplung der Phonation erfolgt über das Gehör zu der zweiten Ebene, den Stammganglien und dem Kleinhirn. Dieses Koordinationszentrum bezeichnet F R Ü H (28) als den Prozeßrechner. Der Prozeßrechner ist zu den ihm untergeordneten Regelkreisen in "feedforward"-Stellung geschaltet. Diesen bis hierher unbewußten Regelmechanismus dirigiert und überwacht als übergeordnetes Organ die Großhirnrinde mit bewußten Impulsen.

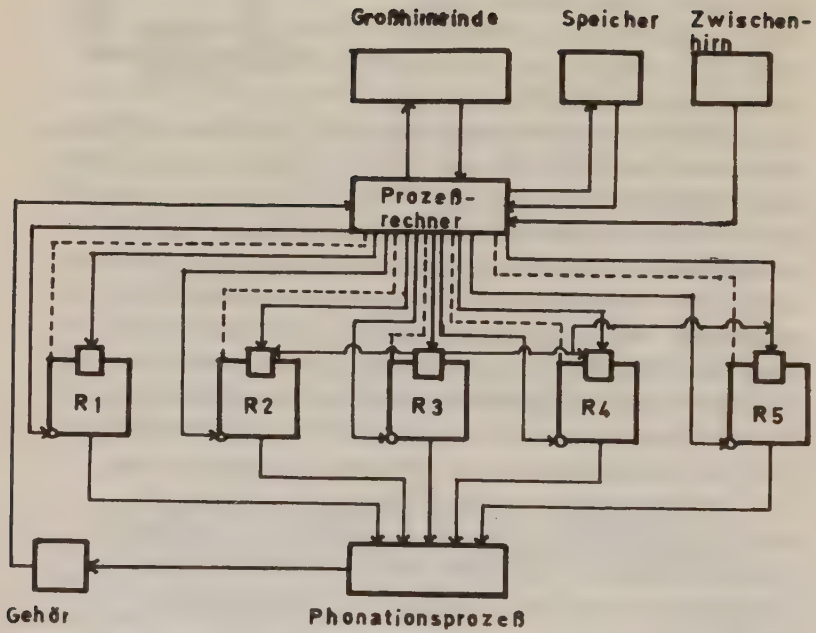


Abbildung 4. Schema des Regelmechanismus der Sprache
(nach F R Ü H 28)

- R1. Tonhöhereinstellung
- R2. Tonfrequenzmodulation
- R3. Intensität
- R4. Atmung
- R5. Artikulation

3. Bedeutung und Leistung der Sprache

Mit der Sprache und in der Sprache denkt der Mensch (inneres Sprechen).

Nach K A I N Z (37) ist die Sprache eine ganz bestimmte psychophysische Tätigkeit, die sich bedeutungserfüllter, artikulierter und graphisch fixierbarer Lautzeichen bedient, um seelische Zustände auszudrücken, praktische Reaktionen bei anderen Individuen auszulösen und vom Sinnverhalten darstellend zu berichten. Sie versucht weiterhin, die Erfüllung von Wünschen bei anderen Personen zu erreichen, Erlebnisse der Phantasie und der Wirklichkeit wiederzugeben (Dichtung und Wahrheit).

Ihre psychologische Zuordnung :

- a. Das Denken, inneres Sprechen
- b. die Kundgabe (wie Au, Aha) = ich-zugewandt
- c. die Auslösung, der Appell (wie He, Vorsicht)
= du-zugewandt
- d. Bericht, Information.

III. BISHERIGE ERGEBNISSE

1. Entdeckung und Beschreibung des Grundprinzips der verzögerten Sprachrückkoppelung

1950 untersucht B L A C K (7) die Wirkungen, die das Echo bei Benützung einer Lautsprecheranlage in großen Räumen auf die Sprache von Rednern hat. Die Sprache wird etwas langsamer und lauter.

L E E (43) versucht kurz darauf diese Bedingungen künstlich dadurch herzustellen, daß er die Sprache der Versuchsperson auf ein Tonband aufnimmt und sie 0,04 (bzw. 0,14 und 0,28) sec. später über den Wiedergabekopf des Tonbandes in die Kopfhörer der Versuchsperson zurückspielt. Diese Anordnung des Tonbandes mit getrenntem Aufnahme- und Wiedergabekopf bewirkt, daß die Versuchsperson ihre eigene Stimme mit einer bestimmten Verzögerungszeit hört. Bei den Untersuchungen mit dieser "verzögerten Sprachrückkoppelung" findet L E E (43) charakteristische Sprachstörungen. Nach ihrem Entdecker wird das Auftreten dieser Störungen der Sprache L E E - E F F E K T genannt.

2. Beeinflussung der Sprache durch die verzögerte Sprachrückkoppelung

a. Änderung des Sprechtempos

L E E (44) berichtet, daß Versuchspersonen unter dem Einfluß der verzögerten Sprachrückkoppelung langsamer sprechen. Die Verzögerungszeit habe eine direkte Beziehung zu dem Sprechtempo der Versuchsperson. Die Sprechgeschwindigkeit richte sich nach der Formel:

$$T = n (d + t)$$

T bedeutet die Zeit, die die Versuchsperson benötigt, einen Text mit n Einheiten (eine Einheit = eine Silbe oder ein Zwischenraum) und der Verzögerungszeit d zu lesen. t ist die Zeit, die notwendig ist, um eine Spracheinheit ohne die verzögerte Rückkoppelung zu lesen. Nach L E E (44) gilt diese Formel nur dann, wenn die Versuchsperson wie eine Sprechmaschine mit gleicher Geschwindigkeit und ohne Unterbrechung redet. Mehrere Autoren gehen auf die Änderung des Sprechtempos experimentell sehr genau ein. B L A C K (8) berichtet, das Sprechtempo nehme bis zu einer Verzögerungszeit von 0,18 sec, nach F A I R B A N K S und J A E G E R (25) bis 0,2 sec. ab. Wenn längere Verzögerungszeiten benutzt werden, werde das Sprechtempo wieder schneller.

Nach L O T Z M A N N (49) soll bei sehrkleinen Verzögerungszeiten unter 0,009 sec. das Sprechtempo in einzelnen Fällen zunehmen. Die Verlängerung der Lesezeit beträgt nach F A I R B A N K S (24) etwa 40%. H A N D L E Y und T I F F A N Y (34) und (66) berichten, daß die Verlängerung der Sprechzeit auch von der Lautstärke der verzögerten Rückkoppelung abhängt.

b. Erhöhung der Lautstärke

Die deutliche Erhöhung der Lautstärke des Sprechenden unter dem Einfluß der verzögerten Sprachrückkoppelung ist auffallend. Nach F A I R B A N K S (24) erhöht sich die Lautstärke der Sprache um etwa 10 bis 12 Dezibel. B L A C K (8) berichtet, daß die Lautstärke proportional der Verzögerungszeit bis etwa 0,09 sec. ansteigt und bei größeren Verzögerungszeiten auf diesem höheren Niveau konstant bleibt.

N E S S E L (57) erklärt die Erhöhung der Lautstärke der Sprache ähnlich dem Effekt des L O M B A R D'-

schen Versuches. Da die Hörbarkeit der eigenen Sprache aufgehoben sei, bemühe sich die Versuchsperson, durch eine Lautstärkenerhöhung sie wieder hörbar werden zu lassen.

c. Erhöhung der Tonhöhe

W I N K E L (71) berichtet, die verzögerte Rückkoppelung löse eine Stabilisierung des Tönhöhenverlaufs aus, die normalen Schwankungen der Tonhöhe von etwa 5 Hertz, die sonst bei normaler Sprache beobachtet werden, würden sich verringern. Zugleich stellt er ein Ansteigen der Tonhöhe fest. Allerdings tritt bei seinen Versuchen bei einer Versuchsperson diese Tönhöhenänderung nicht auf. Nach Untersuchungen von M E Y E R - E P P L E R und L U C H S I N G E R (51) erhöht sich die Tonhöhe einer weiblichen Versuchsperson von etwa 256 Hertz bei Normalsprache auf über 500 Hertz. A T K I N S O N (4) betrachtet diese höhere Stimmlage als eine spezifische Wirkung der verzögerten Sprachrückkoppelung. M E Y E R - E P P L E R und L U C H S I N G E R (53) halten sie durch die Erhöhung der Lautstärke bedingt. Da die Stimme unbewußt lauter wird, erhöht sich die Sprechstimmlage.

d. Langziehen von Silben und einzelnen Lauten

M E Y E R - E P P L E R und L U C H S I N G E R (53) berichten, unter dem Einfluß des L E E - Effektes würden einzelne Spracheinheiten in die Länge gezogen, besonders Silben und Wörter mit Vokalen wie z.B. "a" in Mann. Diese Änderungen beschreiben die meisten Autoren nur als eine Lesezeitverlängerung, indem sie die absolute Zeit messen, die für das Lesen eines Standardtextes unter den Bedingungen der verzögerten Rückkoppelung benötigt wird. T I F F A N Y und

H A N D L E Y (66) sowie L I N S E N E R und L I N S E N E R (47) messen die Sprechdauer einer einzelnen Silbe. Sie finden übereinstimmend eine deutliche Verlängerung der Zeit, die zur Aussprache einzelner Silben und Wörter benötigt wird.

e. Wiederholung von Silben und Lauten

Verdoppelung von Vokalen und Silben, die bei der Anwendung der verzögerten Sprachrückkoppelung entstehen, bezeichnet L E E (43, 44, 45) als künstlich erzeugtes Stottern. Aber nur stimmhafte Laute werden verdoppelt, wie auch die Beispiele von M E Y E R - E P P L E R und L U C H S I N G E R (53) zeigen:

ursula avischen	statt	urslavischen
Magnetofon	statt	Magnetofon
Heherr	statt	Herr

Die richtige Bezeichnung für diese Silben- und Vokalwiederholung ist "Iteration".

f. Störung der Wortfindung und des logischen Denkens

Diese einzelnen Iterationen sind den Versuchspersonen nicht bewußt. Unter dem Einfluß des L E E - Effektes entstehen weiterhin Störungen der Sprache, die sich in Sprachpausen, sog. "Verstummen", Störung der Wortfindung und Beeinträchtigung des logischen Denkens äußern. Diese Veränderungen der Sprache gehören in das Gebiet des bewußten Sprechens. Nach M E Y E R - E P P L E R und L U C H S I N G E R (53) handelt es sich dabei um eine Vermengung verschiedener Gedanken von bedeutungsmäßiger Äquivalenz. Ganze Satzkonstruktionen geraten oft vollständig in Unordnung. Die Beeinträchtigung des logischen Denkens kann so weit gehen, daß die Weiterführung eines Gespräches mit der Versuchsperson unmöglich wird.

g. vegetative Beeinflussung

Die Versuchspersonen weisen unter dem Einfluß des Sprechens mit verzögerter Rückkoppelung vegetative Erscheinungen im gesamten Organismus auf.

D O E H R I N G und H A R B O L D (20) berichten von einer erhöhten Anspannung der Skelettmuskeln. Sie messen in ihrer Versuchsanordnung die Aktionspotentiale der Muskulatur des Unterarmes und des Kopfes. Sie stellen eine deutliche Erhöhung der Aktionspotentiale dieser Muskelgruppen fest, wenn die Versuchsperson unter dem Einfluss des L E E - Effektes spricht. P E T E R S (60) berichtet von einer Pulsbeschleunigung und von "Herzklopfen". H A Y W O O D (36) untersucht die Schweißsekretion der Palmarfläche, die Pulsfrequenz und den Blutdruck. Er berichtet von einer deutlichen Erhöhung der Schweißsekretion, aber nur von einem geringen Anstieg der Pulsfrequenz und des Blutdrucks, den er als Anpassung an die erhöhte Intensität des Sprechens erklärt,

A T K I N S O N (4) und L E E (44) stellen fest, daß bei der Anwendung der verzögerten Sprachrückkoppelung sehr schnell physische Ermüdungserscheinungen auftreten, die auch subjektiv von den Versuchspersonen bestätigt werden.

3. Beeinflussung der Sprache durch den L E E - Effekt unter verschiedenen Versuchsbedingungen

a. Lautstärke der Wiedergabe

L E E (44) fordert, die Wiedergabe der verzögerten Rückkoppelung müsse so laut sein, daß die Knochenleitung der Sprache zum inneren Ohr unterbrochen würde.

Nach H A N D L E Y und T I F F A N Y (33) löst eine durchschnittliche Lautstärke der Rückkoppelung von 20 - 40 Dezibel maximal über der normalen Sprechlautstärke starke Störungen der Sprache aus.

E W E R T S E N (21) berichtet, daß die Sprachstörungen erst dann auftreten würden, wenn die Lautstärke bei einer Verzögerungszeit von 0,2 sec. 10 Dezibel lauter als die Sprache der Versuchsperson sei. Bei einer Verzögerungszeit von 0,5 sec. trete der L E E - Effekt bereits bei gleicher Lautstärke der Rückkoppelung mit der Sprache der Versuchsperson ein. Die Lautstärke der Rückkoppelung dürfe aber nicht weniger als 50 Dezibel betragen.

Bei Schwerhörigen mit einer Eintonschwelle von 40 - 50 Dezibel trete der L E E - Effekt erst ein, wenn die Lautstärke der Rückkoppelung mehr als 80 Dezibel beträge.

b. Verzögerung

Die Stärke der Sprachveränderungen hängt ebenfalls von der Größe der Verzögerungszeiten ab (L E E 44). Die einzelnen Versuchspersonen reagieren jedoch nicht auf die gleiche Verzögerungszeit optimal, die Verzögerungszeit mit der stärksten Sprachveränderung ist individuell verschieden.

L I N S E N E R und L I N S E N E R (47) verwenden zur Klärung dieser Frage 13 verschiedene Verzögerungs-

zeiten zwischen 0 und 0,46 sec. Ihre Ergebnisse umfassen folgende Punkte :

1. Die optimale Verzögerungszeit liegt für die einzelnen Versuchspersonen individuell verschieden zwischen 0,13 und 0,42 sec.
2. Die optimale Verzögerungszeit ist für 1/3 der Untersuchten für die Verlängerung des Lesetempos und Lesefehler die gleiche.
3. Die optimale Verzögerungszeit für die Auslösung von Fehlern liegt bei der Hälfte der Untersuchten über der optimalen Verzögerungszeit für die Verlangsamung des Sprechtempos.
4. Die wirksamste Verzögerungszeit liegt durchschnittlich bei etwa 0,23 sec.

Nach Untersuchungen von M O R I T Z (55) aus unserer Klinik beträgt die wirksamste Verzögerungszeit sowohl für Fehler als auch für die Verlangsamung des Sprechtempos bei durchschnittlich 0,245 sec.

c. persönliche Faktoren

An der individuell verschieden optimalen Verzögerungszeit zur Auslösung der Sprachveränderungen wird deutlich, daß die einzelnen Versuchspersonen sehr unterschiedlich auf die verzögerte Sprachrückkoppelung reagieren.

Nach L E R C H E und N E S S E L (46) werden männliche Untersuchungspersonen viel stärker durch den L E E - Effekt beeinflußt als weibliche. Dies sei leicht aus der Tatsache erklärlich, daß Sprachstörungen wie Stottern und Poltern beim weiblichen Geschlecht weit weniger auftreten als bei männlichen Personen.

S P I L K A (65) untersucht 150 Personen mit verschiedenen Persönlichkeitsmerkmalen. Er berichtet, weder die Verlängerung der Lesezeit noch die Fehler-rate, sondern nur die Stimmintensität habe eine Bezieh-

ung zum Charakter.

1. Die Stimmintensität wird umso schwankender, je weniger die Versuchsperson selbstsicher und je negativer die Einschätzung der eigenen Persönlichkeit ist.
2. Die Schwankungen der Stimmintensität sind bei Personen mit paranoidem Einschlag vermehrt.
3. Ebenso ist die Stimmintensität erhöht bei Versuchspersonen mit einer ausgeprägten Charakterstarrheit.
4. Die Lautstärke ist bei Versuchspersonen, die sich von äußeren Ereignissen wenig beeinflussen lassen, und bei Personen mit schizoiden Merkmalen nur gering erhöht.

Von ähnlichen Ergebnissen berichten auch G O L D - F A R B und B R A U N S T E I N (30), die die Reaktion schizoider Kinder auf die verzögerte Sprachrückkoppelung untersuchen. Diese Kinder reagieren deutlich weniger auf die verzögerte Sprachrückkoppelung als gesunde Kinder.

Nach T I F F A N Y (67) und B E A U M O N T und F O S S (6) werden gute Sprecher deutlich stärker durch den L E E - Effekt beeinflusst als schlechte Sprecher.

M E Y E R - E P P L E R und L U C H S I N G E R (53) und L I N S E N E R und L I N S E N E R (47) dagegen behaupten, daß Schauspieler und Sänger weit weniger oder überhaupt nicht zu beeinflussen sind.

E W E R T S E N (21) untersucht eine Sprachtherapeutin, die beim Sprechen durch die verzögerte Rückkoppelung nicht zu beeinflussen ist. Erst wenn man sie zum Pfeifen auffordert, wird sie dabei deutlich gestört.

Diese Beobachtung, daß Personen durch die verzögerte Rückkoppelung nicht beeinflusst werden, ist unseres Erachtens nur auf Einzelfälle beschränkt. Bei den Un-

tersuchungen von M O R I T Z (55) wird bei 32 normalsprechenden Personen kein solcher Fall festgestellt.

Daß die verzögerte Sprachrückkoppelung nicht alle Versuchspersonen beeinflusst, zeigt, daß es noch andere Wege der Überwachung der Sprache gibt.

L E E (44) weist darauf hin, daß einige Menschen es verstünden, die Sprache mit Hilfe kineaesthetischer und taktiler Mittel ebensogut zu kontrollieren als durch das Gehör. Es ist verständlich, daß solche Versuchspersonen durch die verzögerte Sprachrückkoppelung kaum beeinflusst werden.

4. Pathologische Veränderungen der Sprache

a. Stottern

Nach S C H I L L I N G (62) versteht man unter Stottern ein vielgestaltiges Störungsbild des fließenden Redestromes, welches durch Hemmungen und Unterbrechungen des Sprechablaufes charakterisiert ist.

Symptomatologie des Stotterns

Tonisches Stottern :

Den Einsätzen geht ein stummes Pressen voraus, in anderen Fällen wird ein Laut durch spastische Anspannung gedehnt. Die krampfhaften Verspannungen betreffen nicht nur die Phonations- und Artikulationsorgane, sondern auch Mimik und Gestik, sowie die gesamte Körpermotorik.

Klonisches Stottern :

Das klonische Stottern ist durch Wiederholung von Einzellauten gekennzeichnet.

Reines tonisches oder klonisches Stottern ist in der Praxis selten, meistens sind bei einem Stotterer

beide Arten mehr oder minder stark ausgeprägt.

Bei encephalopathisch mitbedingtem Stottern kommen noch folgende Symptome häufig vor :

So werden die Vokale in die Länge gezogen, die Lautstärke wird fehlgesteuert und schwankt, es kommt zu Störungen der Sprachakzente wie Monotonie und Monodynamie. Stotterer mit kortikalen Schäden zeigen eine Einschränkung des Gesamttonhöhenumfangs.

Nach S C H I L L I N G (62) ist das Stottern durch drei Faktoren bedingt :

1. eine gewisse spezifische oder unspezifische erbliche Disposition
2. oft sehr diskrete oder nicht erkannte frühkindliche Hirnschädigungen
3. besondere psychologische und milieubedingte Konstellationen.

Nicht alle drei Faktoren können bei jedem Stotterer immer nachgewiesen werden, es bleibt ein Rest, der nicht aufgeklärt werden kann, den S C H I L L I N G (62) den Faktor x nennt.

b. Poltern

Nach S C H I L L I N G (62) ist Poltern eine sprachliche Gestaltungsschwäche mit unbeherrschter, überhasteter Rede auf Grund einer angeborenen, konstitutionellen Eigentümlichkeit der gesamten psychosomatischen Persönlichkeit.

Symptomatologie des Polterns :

Schnelles Sprechen von einzelnen Silben mit Silben- und Wortwiederholungen, Auslassen von Spracheinheiten (Silben, Lauten oder ganzen Wörtern), verschiedene Art des Verlesens, Störung der Wortfindung, Monotonie des Sprechens, Mangel an Selbstkontrolle, motorische Ungeschicklichkeit und überhastetes Sprechen.

α. Zusammenhänge zwischen Stottern, Poltern und den durch die verzögerte Sprachrückkoppelung verursachten Sprachveränderungen

	Stottern	Poltern	Lee-Effekt
Bewußtseinsstörung	besteht	-	-
Aufmerksamkeits- zulenkung	verschlech- tert	verbessert	verbessert
ungezwungene Redeweise	besser	schlechter	schlechter
kurze Worte	fallen schwer	fallen leichter	
Toni	+	nur stimmhafte Laute	
Kloni	+	-	-
Monotonie der Sprechweise	nur bei hirnge- schädigt.Stott.	+	+
Stammelfehler	+	+	+

Aus dieser vergleichenden Tabelle ist klar ersichtlich, daß die von der verzögerten Sprachrückkoppelung ausgelösten Veränderungen in sehr vielen Dingen dem Poltern ähnlich sind. Unähnlich sind nur die Veränderungen der Intensität des Sprechens wie Lautstärke und Tonhöhe. Ein weiterer Unterschied zwischen dem L E E - Effekt und dem Poltern ist das Langziehen von Silben und einzelnen Lauten.

M E Y E R - E P P L E R und L U C H S I N G E R (53) bezeichnen die durch die verzögerte Sprachrückkoppelung entstandenen Veränderungen der Sprache als exogen ausgelöstes Poltern. Diese Feststellung schränken sie insofern ein, daß die Intensitätserhöhung der Sprache nicht dem Bild des Poltern entspricht. N E S S E L (57) und L O T Z M A N N (49) fassen diese Intensitätserhöhung als einen reinen Vertäubungseffekt auf (siehe auch S.12). Wenn auch L E E (44,45)

die Wirkung der verzögerten Sprachrückkoppelung als künstlich verursachtes Stottern bezeichnet, muß man diese Änderung wie M E Y E R - E P P L E R und L U C H S I N G E R (53) doch im Sinne eines exogen erzeugten Polterns betrachten, vor allem, da sehr wichtige Unterschiede im Vergleich zum Stottern bestehen. Beim L E E- Effekt fehlt das bei tonischem Stottern charakteristische Pressen und das Konsonantenstottern des klonischen Stotterns. Unter dem Einfluß des L E E - Effektes werden nur stimmhafte Lauteinheiten wiederholt.

5. Untersuchung von Stotterern mit der verzögerten Sprachrückkoppelung

Da die Wirkung der verzögerten Rückkoppelung mit Sprachstörungen wie Stottern und Poltern in Beziehung zu stehen scheint, untersucht N E S S E L (56) auch Stotterer auf den L E E - Effekt. Er zieht dabei Vergleiche zwischen einer Gruppe von 18 normalsprechenden Versuchspersonen und einer Gruppe von 38 Stotterern. Beim Lesen eines Textes wertet er bei Stotterern auch tonische und klonische Symptome als Lesefehler. Er berichtet, daß normal Sprechende unter dem Einfluß der verzögerten Rückkoppelung nicht nur mehr Lesefehler machen, sondern auch länger lesen als Stotterer. Mehrere Stotterer sind unter dem Einfluß des L E E - Effektes fast vollständig ohne tonische und klonische Symptome und können den Text flüssig lesen. Sogar Fehler, die bei der verzögerten Sprachrückkoppelung bei normalen Versuchspersonen auftreten, sind bei manchen Stotterern wenig oder gar nicht vorhanden. N E S S E L (57) sieht in der günstigen Wirkung der verzögerten Rückkoppelung auf Stotterer einen ähnlich ablenkenden Effekt,

wie er auch durch die Vertäubung erreicht wird
(M A R A I S T und H U T T O N (52).

L O T Z M A N N (49 und 50) untersucht ebenfalls die Anwendung der verzögerten Rückkoppelung auf Stotterer. Er berichtet, daß die einzelnen Stotterer auf verschiedene Verzögerungszeiten sehr unterschiedlich reagieren. Nur bei einer bestimmten Verzögerungszeit kann sich die Sprache des einzelnen Stotterers bessern, bei anderen Verzögerungszeiten verschlechtert sie sich wieder. Von 62 untersuchten Stotterern sprechen 23 bei einer Verzögerungszeit von 0,05 sec. mit den wenigsten Sprachfehlern. 17 Stotterer haben ihr Sprechhemmungsminimum bei einer Verzögerungszeit von 0,1 sec.. Bei höheren Verzögerungszeiten bessert sich die Sprache von nur 8 Stotterern.

L O T Z M A N N (50) empfiehlt, auf Grund dieses Ergebnisses, vor einer Behandlung eines Stotterers die individuell günstigste Verzögerungszeit zu ermitteln.

Eine Gruppe von 14 Stotterern reagiert auf die verzögerte Sprachrückkoppelung nicht mit einer Besserung der Sprache, sondern teilweise mit einer Verschlechterung. Die Sprachstörungen, die dabei zusätzlich entstehen, sind die gleichen, die auch bei Sprachge-sunden unter dem Einfluß des L E E - Effektes entstehen.

L O T Z M A N N (49) nennt diese Auswirkung der verzögerten Sprachrückkoppelung, die sich in einer Verschlechterung der Sprache äußert, den "negativen" L E E - Effekt, die Besserung der Sprache den "positiven" L E E - Effekt. Stotterer, die mit einer Verschlechterung der Sprache auf die verzögerte Rückkoppelung antworten würden, seien Stotterer mit einer Polterkomponente, Aus diesem Befund ergibt sich nach L O T Z M A N N (49) die Möglichkeit einer Differentialdiagnose zwischen reinen Stotterern und

Stotterern mit einer Polterkomponente. M O R A V E K und L A N G O V A (42 und 54) untersuchen die Einwirkung der verzögerten Sprachrückkoppelung auf Stotterer und Polterer. Bei 59 Stotterern zeigt sich in 82 % eine Besserung der Sprache. Die tonischen und klonischen Symptome des Stotterns verschwinden und die Sprache wird flüssig. Bei nur 3 Stotterern (5%) tritt keine Änderung ein und in 2 Fällen (3%) verschlechtert sich die Sprache. 25 von 28 Polterern verschlechtern ihre Symptomatik unter dem Einfluß der verzögerten Rückkoppelung. Die Sprache wird langsamer und Iterationen treten vermehrt auf.

Bei einer Gruppe von 47 Patienten, mit gemischtem Stottern und Poltern, tritt in 23 % eine Besserung und in 56 % der Fälle eine Verschlechterung der Sprache ein. 22 % bleiben unbeeinflußt. Nach den Verfassern tritt eine Verbesserung der Sprache ein, wenn im klinischen Bild das Stottern überwiegt, eine Verschlechterung, wenn das Poltern im Vordergrund steht.

6. Anwendung der verzögerten Sprachrückkoppelung

a. Gehörprüfung

Da sich die Beeinflussung der Überwachung der Sprache durch das Gehör von der verzögerten Rückkoppelung sehr deutlich in charakteristischen Störungen der Sprache zeigt, kann durch das Auftreten bzw. Nichtauftreten dieser Störungen auf das objektive Hörvermögen der Untersuchungsperson geschlossen werden (E W E R T S E N 21) . Siehe auch Seite 15.

Gehörprüfung bei einseitiger Taubheit

G I B B O N S und W I N C H E S T E R (30) untersuchen 70 Personen mit einseitiger Schwerhörigkeit. Bei den Versuchspersonen wird erst das gesunde Ohr

mit einem Geräusch vertäubt und dem schlechteren Ohr die verzögerte Sprache zugeleitet, dann vertäuben sie das schlechtere Ohr und leiten dem besseren Ohr die Sprache verzögert zurück. Wenn dem besseren Ohr die Sprache zurückgeleitet wird, wird die Lesezeit deutlich verlängert. Die Vertäubung des Ohres, dem die Sprache nicht verzögert zugeleitet wird, muß erfolgen, damit die Störung nicht durch dieses Ohr reguliert werden kann.

Simulationsprüfung

Eine weitere Anwendungsmöglichkeit des L E E - Effektes besteht darin, Simulanten zu überführen, die angeblich nicht oder nur schlecht hören (T I F F A N Y und H A N D L E Y 66, E W E R T S E N 21 und K Ö N I G 39).

Allerdings fanden auch einige Untersucher bei ihren Versuchen einige Personen, die sich der Wirkung des L E E - Effektes entziehen konnten. Siehe auch S.17. T I F F A N Y und H A N D L E Y (67) warnen deshalb vor der Beurteilung der Reaktion auf den L E E - Effekt als unumstoßlichen Beweis der Schwerhörigkeit. Außerdem muß die Versuchsperson (so E W E R T S E N 21) zu einer Zusammenarbeit bereit sein, z.B. zum Lesen. Da nach K U M P F (41) die verzögerte Rückkoppelung des Atemgeräusches Änderungen in der normalen Atemtiefe und Atemfrequenz hervorruft, ist diese Zusammenarbeit nicht unbedingt erforderlich.

Untersuchung von psychisch bedingter Taubheit

Als ein sehr nützliches diagnostisches Hilfsmittel hat sich der Test mit der verzögerten Sprachrückkoppelung bei Fällen von Taubheit gezeigt, die nicht durch organische Schäden verursacht wird. Da die normalen Überwachungseinrichtungen der Sprache durch das Ohr hierbei nicht beeinträchtigt sind,

wird die Sprache solcher Untersuchungspersonen durch die verzögerte Sprachrückkoppelung beeinträchtigt. T I F F A N Y und H A N D L E Y (66) berichten von der Untersuchung eines 11-jährigen Mädchens, das auf beiden Ohren eine Schwerhörigkeit mit einer Eintonschwelle von 75 - 80 Dezibel hat. Ein früheres emotionelles Trauma läßt darauf schließen, daß diese Schwerhörigkeit möglicherweise psychischer Genese ist. Bei der Anwendung der verzögerten Sprachrückkoppelung mit einer Intensität von nur 50 Dezibel zeigen sich sofort die typischen Sprachveränderungen. Die Lautstärke der Rückkoppelung kann bis 15 Dezibel verringert werden, bis sich keine Sprachveränderungen mehr zeigen. Daraus schließen die Verfasser, das Mädchen müsse normal hören, weshalb die Schwerhörigkeit nicht organisch sondern psychisch bedingt sei. Sie berichten noch von ähnlich gelagerten Fällen, bei denen sie auf diese Weise ebenfalls eine psychisch bedingte Schwerhörigkeit festgestellt haben. E W E R T S E N (21) hat ebenfalls mit Hilfe der verzögerten Sprachrückkoppelung bei einem 11-jährigen Mädchen eine psychisch bedingte Schwerhörigkeit diagnostiziert.

b. Therapie von Stotterern mit Hilfe der verzögerten Sprachrückkoppelung

Die Tatsache, daß sich bei reinem Stottern die Sprache unter Anwendung der vergrößerten Sprachrückkoppelung bessert (siehe auch S.21 und 22), benutzen einige Autoren zur Therapie von Stotterern.

A D A M C Z Y K (1,2 und 3) wendet diese Therapie in großem Maßstab an. Er berichtet, daß sich diese Stottertherapie am besten in einer Unterhaltung mit dem Patienten verwirklichen lasse. Der Patient steht dabei unter dem Einfluß des L E E- Effektes.

Lesen sei nicht so günstig, da der emotionelle Faktor, der bei Stotterern eine große Rolle spiele, dabei nicht vorhanden sei.

Nach den Ergebnissen von M O R I T Z (55) hat die verzögerte Sprachrückkoppelung bei $\frac{3}{4}$ der untersuchten Stotterern eine günstige Wirkung, bei $\frac{1}{4}$ eine verschlechternde Wirkung auf die Sprache. In dieser letzten Gruppe sind hauptsächlich Stotterer, die schon mit Erfolg behandelt worden sind und neben Stotterern mit Polterererkomponente solche, die von vorne herein die geringsten Symptome zeigen. Dagegen ergibt die verzögerte Sprachrückkoppelung bei den unbehandelten Stotterern und bei den schwersten Stotterern, bei denen eine konventionelle Behandlung ohne Erfolg gewesen ist, die günstigsten Resultate. Nach M O R I T Z (55) ist die verzögerte Sprachrückkoppelung eine wertvolle Ergänzung der Therapie von Stotterer, da sie auf die Stotterer den besten Einfluß hat, die die meisten Symptome zeigen und häufig ein oder mehrere Male anderweitig erfolglos behandelt worden sind. L O E B E L L (48) verwendet den L E E- Effekt als Test für den Erfolg einer Behandlung.

7. Erklärungsversuche des L E E- Effektes

Es haben schon viele Autoren versucht, die Wirkungsweise des L E E- Effektes zu erklären. In einem Punkt stimmen sie alle überein: Die verzögerte Sprachrückkoppelung beeinträchtigt die Überwachung der Sprache durch das Gehör.

L E E (44) geht bei dem Versuch einer Erklärung von dem Modell eines technischen Regelkreises aus.

Sein Modell besteht aus vier Regelkreisen :

1. Die äußerste Schleife überfacht das abstrakte Denken
2. Die zweite Schleife ordnet das rein abstrakte Denken zu bestimmten sprachlichen Begriffen, zu Wörtern und Sätzen.
3. Der dritte Regelkreis überwacht die Artikulation.
4. Die vierte Schleife kontrolliert die Stimme.

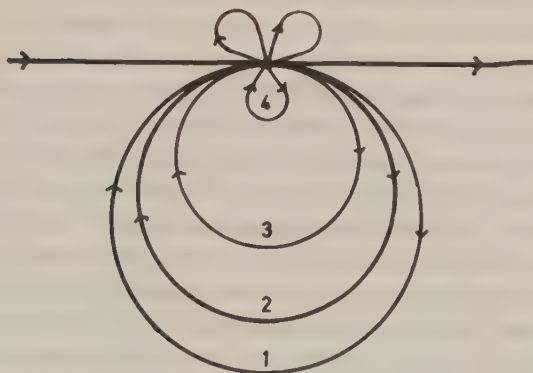


Abbildung 5: Modell der Sprachbildung
nach L E E (44).

Die Sprache entsteht auf folgende Weise: Das abstrakte Denken der ersten Schleife wird in der zweiten Schleife in sprachliche Formen gefaßt. Diese gedankliche Vorform der Sprache wird in der dritten Schleife in die Artikulation umgesetzt und im vierten Regelkreis moduliert. Die Artikulation wird sowohl durch kineästhetische und traktile Mittel, als auch durch das Gehör überwacht, die Stimme dagegen nur durch das Gehör. Das "künstlich ausgelöste Stottern" wird nach L E E (44) durch die Störung der Überwachung der Sprache mittels des Gehörs verursacht. Durch die verzögerten Rückkoppelungsimpulse würden die Stimm- und Artikula-

tionsschleifen veranlasst, zwei oder drei Extratouren zu fahren, bis die Rückmeldung eintrifft.

Andere Erklärungsversuche :

V A N N I E R und S A U M O N T, L A B A R R A Q U E T und H U S S O N (68) erklären den L E E- Effekt folgendermaßen: Die cochleären Impulse, die bei der Sprache vom Ohr zu den sensorischen Bulbärkerne (Nucleus cochlearis) gelangen, interferieren mit den motorischen Impulsen des sog. Sprachzentrums der Medulla oblongata (Nucleus reticularis, Nucleus ambiguus und Nucleus centralis). Wenn sich die motorischen Kerne der Sprachmuskulatur gerade in der refraktären Phase befinden, wird eine neue Phonation ausgelöst, bzw. die Phonation wird abgebrochen. K Ö N I G (39) bringt als Gegenargument, die Verzögerungszeiten seien immer größer als die Refraktärzeiten der motorischen Ganglienzellen. Dieses Argument widerlegt die Theorie nicht unbedingt, da nicht zu jeder Refraktärphase ein solcher Impuls von dem Nucleus cochlearis eintreffen muß.

C H A S E (12) geht bei seiner Erklärung von der Tatsache aus, daß das schnelle Wiederholen von Silben durch die verzögerte Sprachrückkoppelung erleichtert wird. Er verwendet für seine Erklärung, wie auch schon L E E (44) geschlossene kreisförmige Regelkreise. Die Sprache und die einzelnen Wörter bestehen nach ihm aus mehreren einzelnen Einheiten. Eine Einheit wird ausgesprochen. Nach der Kontrolle dieser gesprochenen Einheit durch das Gehör wird die nächste Einheit gesprochen. Durch die verzögerte Rückkoppelung zirkuliert das Auslösesignal der ersten Einheit in dem motorische Regelkreis mehr oder weniger lange und kann so weitere Einheiten des gleichen Typs, wie der der ersten Einheit auslösen. Wenn jedoch das auslösende Signal zu schwach geworden ist, tritt entweder eine Pause ein, oder die zuerst gesprochene Ein-

heit wird so lange gedehnt, bis die Rückmeldung erfolgt ist.

F A I R B A N K S (23) und F R Ü H (30) benutzen ein ähnliches kybernetisches Sprachmodell (siehe Abb. 4 auf Seite 8).

F A I R B A N K S (23) erklärt den L E E -Effekt dadurch, daß durch die Verzögerung der Übertragung vom Effektor (Phonationsprozeß) zum Sensor (Vergleicher) dem Rechner, bzw. Prozeßrechner, ein falsches Signal zugeleitet wird. Durch diesen falschen Impuls kann es sein, daß entweder das Signal zum Auslösen der Phonation wiederholt wird, oder das ganze Regelsystem kann solange stehen bleiben, bis das falsche Signal zurückgeleitet wird. In der Sprache würden sich diese Vorgänge entweder in einer Laut- oder Silbenwiederholung oder in einer Redepause zeigen.

W I N K E L (72) betrachtet ebenfalls den Gehörsinn als einen Teil einer Regelschleife eines nervalen Regelsystems. Bei einem stabilen Arbeiten dieser Regelkreise beträgt die normale Laufzeit der Überwachungssignale des von ihm angenommenen cochlear- recurrentiellen Regelsystems etwa 70 msec.

F R Ü H (30) baut seine Theorie zur Erklärung des L E E - Effektes auf diesen Überlegungen auf. Nach ihm beruht der L E E - Effekt auf einer Veränderung des Übertragungsverhaltens der Nervenbahnen des Gehörs und zwar durch Zuschalten eines künstlichen Verzögerungsgliedes. Der L E E - Effekt beim Gesunden beruht dann darauf, daß eine Verzögerung der Signalübertragung im Sinne einer anomalen Erhöhung der Reizschwelle der Nervenzellen künstlich hervorgerufen wird. Dadurch treffen die Signale über das Ohr verzögert in der Vergleichsschaltung im Prozeßrechner und in der Großhirnrinde ein. Ferner kann dieses künstlich veränderte Übertragungsverhalten

gegengekoppelte Schalt- und Regelkreise instabil werden lassen. Durch das Unstabilwerden des ganzen Regelmechanismus der Sprachüberwachung können eine Wiederholung von Spracheinheiten und Stockungen in der Sprache entstehen. Den günstigsten Einfluß auf die Sprache von Stotterern erklärt F R Ü H (30) damit, daß bei Stotterern angeblich die Reizschwelle der Nervenzellen des Überwachungssystems der Sprache zu niedrig sei, die durch die verzögerte Sprachrückkoppelung wieder angehoben werden könnte.

Die Störungen der Sprache, die durch die verzögerte Sprachrückkoppelung entstehen, beweisen, daß die Sprache durch bestimmte Regelmechanismen überwacht und gesteuert wird. Wie aber diese Regelmechanismen wirklich arbeiten, und wie die Entstehung des L E E-Effektes zu erklären ist, kann man bis heute nur durch Theorien zu erklären versuchen. Die exakte Beschreibung dieser Regelmechanismen muß weiteren Forschungen überlassen werden, die den L E E-Effekt als ein jederzeit wieder reproduzierbares Phänomen benützen können.

IV. EIGENE UNTERSUCHUNGEN

1. Versuchsanordnung der ersten Versuchsreihe

a. Auswahl der Versuchspersonen mit normaler Sprache.

Die Anzahl der Versuchspersonen beträgt 23. 7 Versuchspersonen sind Studenten, die übrigen wahllos ausgesuchte Patienten der Hals-, Nasen-, Ohrenklinik. Es werden nur normal sprechende Personen ohne pathologische Hör- und Stimmfunktionen untersucht.

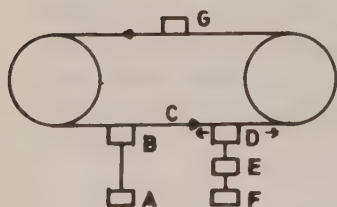
<u>Versuchsperson</u>	<u>Alter</u>	<u>Geschlecht</u>
1. V.	23	♂
2. P.	23	♂
3. A.	40	♀
4. S.	45	♂
5. B.	37	♀
6. K.	22	♂
7. D.	45	♂
8. H.	22	♂
9. E.	50	♀
10. S.H.	23	♂
11. Ha.	54	♂
12. P.G.	22	♂
13. Pf.	24	♂
14. El.	54	♂
15. H.P.	27	♂
16. W.	28	♂
17. G.	16	♂
18. He.	25	♂
19. Schw.	39	♂
20. F.	20	♂
21. U.	55	♂
22. M.	63	♂
23. Gr.	22	♂

Tabelle 1. Übersicht über Alter und Geschlecht der Versuchspersonen

b. Tonbandgerät zur Erzeugung der verzögerten Sprachrückkoppelung

Das verwendete Gerät arbeitet mit einer endlosen Tonbandschleife. Die Sprache der Versuchsperson wird von einem Mikrophon aufgenommen und auf einem Tonband registriert. Die aufgenommene Sprache wird 0,23 sec. später über den Wiedergabekopf des Tonbandes in die Kopfhörer der Versuchsperson zurückgespielt. Der Wiedergabekopf ist beweglich angeordnet, sodaß dadurch die Verzögerungszeit variiert werden kann. Das Gerät besitzt zwei Bandgeschwindigkeiten, die weitere Veränderungen der Verzögerungszeit ermöglichen.

$$\text{Verzögerungszeit} = \frac{\text{Abstand zwischen Aufnahme- und Wiedergabekopf}}{\text{Geschwindigkeit der Tonbandschleife}}$$



- A = Mikrophon
- B = Aufnahmekopf
- C = Tonbandschleife
- D = Wiedergabekopf
- E = Verstärker
- F = Kopfhörer
- G = Löschkopf

Abbildung 6: Gerät zur Erzeugung der verzögerten Sprachrückkoppelung

Die Untersuchungen werden mit einer Verzögerungszeit von 0,23 sec. und einer Wiedergabelautstärke zwischen 80 - 90 Dezibel ausgeführt. Die Rückkopplung wird beiden Ohren zugeleitet.

c. Untersuchung der Atmung

Zur Registrierung der expiratorischen und inspiratorischen Bewegungen der Brust- und Bauchwand dienen Pulskapseln. Die beiden Pulsschreiber werden mit je zwei Gummigürteln auf dem Körper der Untersuchungsperson befestigt. Die Kapsel zur Registrierung der Brustatembewegungen befindet sich etwa 3 - 4 cm über der rechten Mamilla, die Kapsel für die Bauchatmung 2-3 cm seitlich und 3 cm oberhalb des Nabels. Mit Hilfe dieser Anordnung können die Atemexkursionen der Brust- und Bauchwand registriert werden.

Die in- und expiratorischen Luftbewegungen werden mittels eines Doppelaerometer registriert.

Doppelaerometer:

Das Oral- Nasal- Doppelaerometer von S V E N S M I T H besteht aus einer Maske, die Mund und Nase bedeckt. Die Trennung der Atemluftbewegungen aus Mund und Nase geschieht durch einen Gummiwulst im Inneren der Maske, der gegen den Oberkiefer gedrückt wird und der Oberlippe aufliegt. Die Abdichtung der Gesichtsmaske wird durch einen Schaumgummiring erreicht.

Der tote Innenraum der Maske beträgt etwa 150 ml. Die Expirationsluft aus Mund und Nase wird durch zwei Ventile getrennt gemessen, ebenso die Einatemungsluft durch zwei weitere Ventile. Die Ventile bilden zwei aufeinanderliegende Gummiblätter, die an einem Ende auf einem runden Metallring befestigt sind. Die elliptische Eingangsfläche dieses Ringes entspricht in etwa dem Glottisquerschnitt.

Wird das Ventil von der Seite des Ringes angeblasen, so weichen die beiden Gummiblätter auseinander. Die-

se Öffnung wird durch ein System registriert, das aus einer 18 V Lampe vor dem Ventil und einer Photozelle hinter dem Ventil besteht. Die Lichtveränderungen, die durch Öffnung und Schließung des Ventils entstehen, werden durch die Photozelle in elektrische Energie umgesetzt.

Der aerodynamische Widerstand der Maske entspricht bei einem Luftdurchfluß von 120 l/min. einem Druck von 25 mm Wassersäule. Der aerodynamische Widerstand ist der Durchflußmenge in den Grenzen von 1 l/min. bis 120 l/min. direkt proportional.

Die Empfindlichkeit der Ventile ist für die Drucke des Luftflusses von 1 - 20 mm W.S. und den Durchflußmengen von 30 bis 1600 ml/sec. linear. Die Resonanz der Ventile liegt bei etwa 100 Hz, die Einzelsprechzeit ist geringer als 10 msec.

d. Elektromyographie

Die Aktionspotentiale der Atemmuskeln: Musculi intercostales und Diaphragma, und der Mundbodenmuskeln: Musculi geniohyoideus, mylohyoideus und digastricus, werden mittels Hautelektroden abgeleitet. Für die Intercostalmuskeln und die Muskeln des Mundbodens werden runde Plattenelektroden, sog. Pilzelektroden, mit einem Durchmesser von 12 mm verwendet. Zwei Elektroden zur Messung der Aktionspotentiale der Intercostalmuskeln werden etwa in der vorderen Axillarlinie im 6. Intercostalraum beidseitig auf dem Körper der Untersuchungsperson befestigt.

Die beiden Elektroden zur Messung der Aktivitäten des Mundbodens befestigt man etwa 2 cm unterhalb der Mandibula mit einem Abstand untereinander von 1 cm in der Mitte.

Um die Leitfähigkeit zwischen der Haut und den Pilzelektroden zu erhöhen, werden die Auflagenflächen der

Elektroden mit einer elektrisch gut leitenden Paste bestrichen.

Die Aktivität des Zwerchfells wird mittels einer bipolaren Schluckelektrode im Zwerchfellhiatus des Oesophagus gemessen. Am Ende der Sonde sind zwei kleine Elektroden in einem Abstand von 16 mm übereinander angeordnet. Der Durchmesser der Sonde beträgt 3 mm.

e. Glottographie

Mit Hilfe eines Glottographen, der 1958 von F A B R E entwickelt und von B A L K und L O E B E L L verbessert worden ist, wird die Tätigkeit der Stimmlippen untersucht. Die phonatorische Glottographie gibt die Stimmlippenschwingungen während der Phonation wieder, die respiratorische Glottographie die langsamen Bewegungen der Glottis. Während der Phonation zeigt die respiratorische Glottographie die Mittellage der Stimmlippen. Ein Ansteigen der respiratorischen Glottographie bedeutet eine Schließungsbewegung, ein Abfall eine Öffnung der Glottis. Bei der Phonation unterscheidet man drei Phasen :
(siehe Abb.7).



Abbildung 7: Schema eines Glottogramms. res. Glottographie phonatorische Glottographie

Bewegung der Stimmlippen

1. Einstellbewegung
2. Beginn der Schwingungen
3. Phonation

respirat. Glottographie

- ansteigende Kurve
Gipfel der Kurve
abfallende Kurve

Die phonatorische Glottographie zeigt nur die Phonation

stimmhafter Laute, da bei stimmlosen Lauten die Stimmlippen nicht schwingen.

Technische Beschreibung der Glottographie

Von einem Gegentakt - H A R T L E Y - Oscillator wird ein hochfrequenter Wechselstrom zwei dem Kehlkopf beidseitig anliegende Elektroden von je 2,5 cm Durchmesser zugeführt. Die schwankende Dielektrizitätskonstante des Kehlkopfes bewirkt an dem Vorwiderstand eine Modulation der Hochfrequenzspannung an den Elektroden. Die modulierte HF-Spannung wird einem abgestimmten HF-Verstärker zugeführt und anschließend gleichgerichtet.

Die Modulationstiefe der HF-Spannung ist gering. Deshalb wird bei der zweiten Stufe des HF-Verstärkers der Abstand zwischen Arbeitspunkt und Einsatzpunkt proportional zur unmodulierten HF-Ausgangsspannung geregelt. Letzteres wird durch einen HF-Gleichspannungswandler bewirkt, der eine zur unmodulierten HF-Ausgangsspannung proportionale Gleichspannung erzeugt, von der ein Bruchteil den Arbeitspunkt der Verstärkerstufe festlegt.

Nach der Gleichrichtung erfolgt durch eine Frequenzweiche eine Trennung in tonfrequente und niederfrequente Modulationsanteile, die getrennt, aber synchron registriert werden.

f. Registriergerät

Als Registriergerät dient ein Elektroenzephalograph Typ E 521 der Firma Schwarzer. Das Gerät besitzt 12 Verstärkereinheiten. Die Meßwerte jeder Verstärkereinheit werden mit Hilfe leichter Stahlfedern und Kohlepapier auf unpräpariertem Papier aufgezeichnet. Es wird eine Schreibfrequenz linear bis 230 Hz erreicht. Die Schreibgeschwindigkeit beträgt 1,5 bis

4,5 cm/sec. Für die Myographie verwendet man Verstärker mit einem Hochfrequenzpass. Frequenzen unter 80 Hz werden ausgefiltert, um Bewegungsartefakte auszuschließen.

Die TF-Kanäle sind reine Gleichspannungsverstärker, sie registrieren Absolutwerte. Die TF-Kanäle werden zur Druck- und Kraftregistrierung verwendet, wie Brust- und Bauchbewegungen mit Hilfe von Pulskapseln.

Zur Aerometrie dienen GWS-Verstärker. Sie unterscheiden sich von den TF-Kanälen dadurch, daß sie sowohl für Gleich- als auch Wechselstrom benutzt werden können.

Zur Registrierung der Glottographie verwendet man normale EEG-Kanäle.

g. Untersuchungsablauf

Nach Anlegen der Meßeinheiten liefen die Untersuchungen folgendermaßen ab:

1. ruhiges Atmen mit und ohne Rückkoppelung
2. verstärktes Atmen mit und ohne Rückkoppelung
3. Lesen eines freien Textes, etwa 200 Silben
 - a. mit verzögerter Sprachrückkoppelung
 - b. ohne verzögerte Sprachrückkoppelung
4. Lesen eines zweiten Textes mit und ohne Rückkoppelung
5. Lesen des Testsatzes : "Heute morgen kaufte ein kleiner Lilliputaner in der Bettenkoferstraße einen großen Papagei".
6. Mehrmals von 1-5 zählen.

Bei den ersten 6 Untersuchungen wird die Sprache mit einem Tonband aufgenommen. Bei späteren Versuchen unterbleibt dies, da die Atemmaske die Verständlichkeit der Sprache stark beeinträchtigt und die Unterschiede auf den Vergleichskurven deutlicher

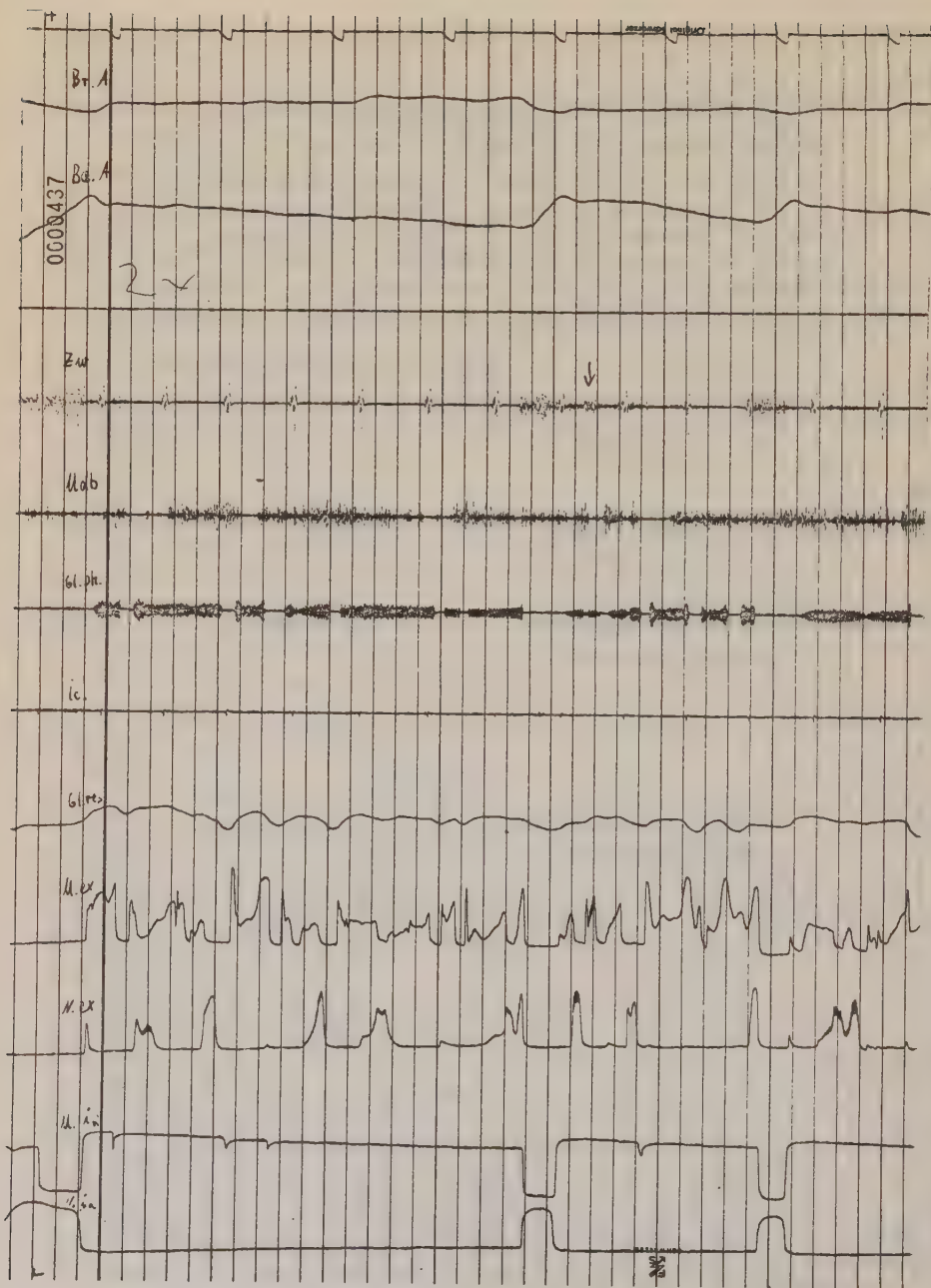
sind. Die Auswertung erfolgt aus dem Vergleich der Kurven, die unter dem Einfluß der verzögerten Sprachrückkoppelung aufgenommen werden, mit den Kurven, die bei unbeeinflusster Sprache geschrieben werden.

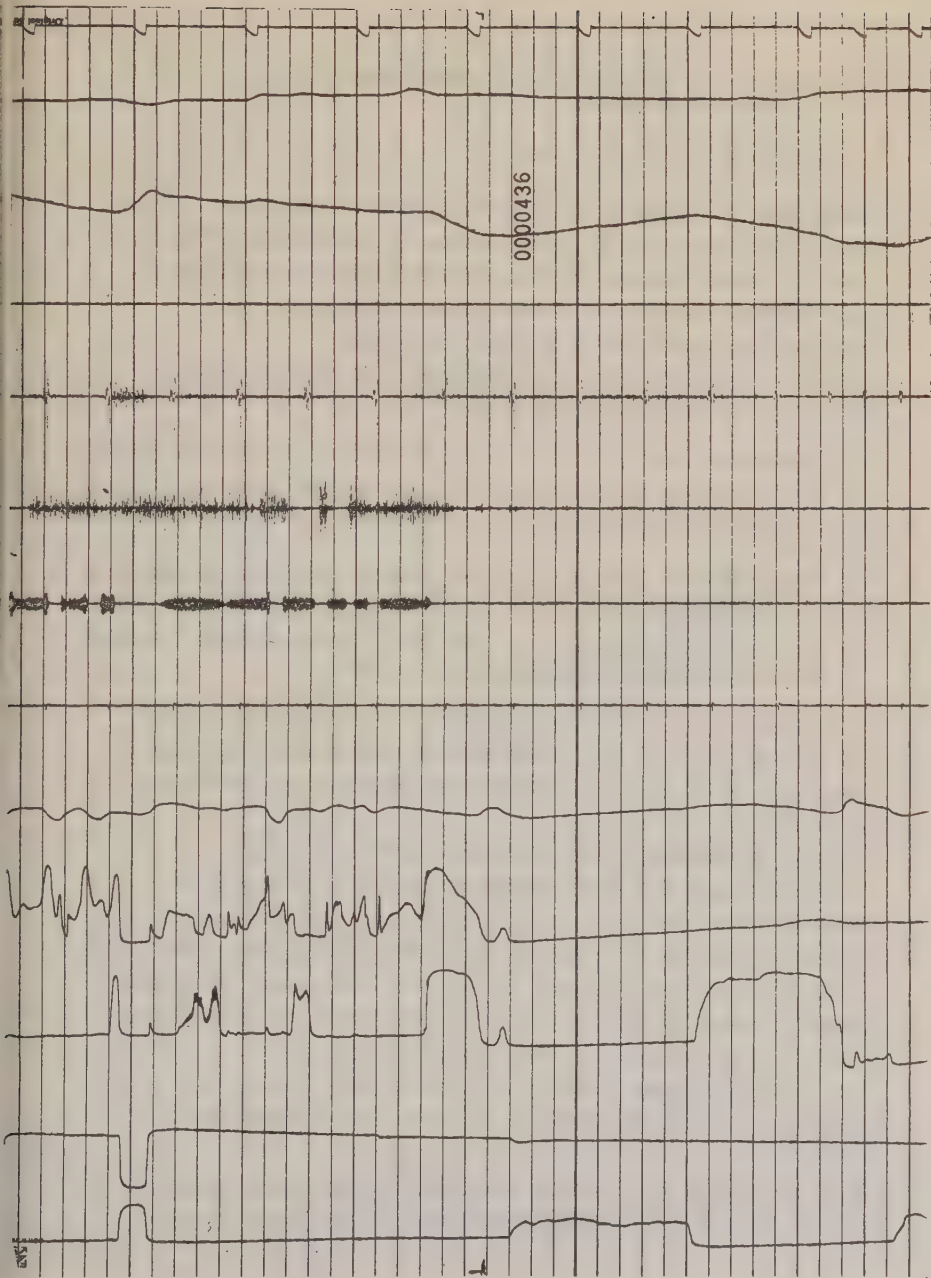
Tabelle 2 zeigt die Anwendung der einzelnen Versuchsmethoden bei den verschiedenen Versuchspersonen. Die Glottographie wird bei allen Untersuchungen angewandt.

	Elektromyographie			Aero metrie	Besonderes
	Icm.	Zw.	Mbm.		
1a.	+	+	-	-	Mundinspirat. ausgefallen
1b.	-	+	+	+	
2a.	+	+	-	+	Mundinspirat. ausgefallen
2b.	-	+	+	-	
3.	-	+	-	+	phon.Glottographie ausgefallen
4.	-	+	+	+	
5.	-	+	+	+	Rectusmyographie +
6.	-	+	+	-	
7.	-	+	-	-	phon.Glottographie schlecht
8.	-	-	+	+	
9.	-	+	+	+	Rectusmyographie +
10.	+	-	-	-	
11.	-	-	+	+	Rectusmyographie +
12.	-	+	+	-	
13.	-	+	+	+	phon.Glottographie schlecht
14.	-	+	-	+	
15.	+	-	+	+	Rectusmyographie +
16.	+	-	+	+	
17.	+	-	+	+	phon.Glottographie schlecht
18.	+	-	+	+	
19.	+	-	+	+	Rectusmyographie +
20.	+	-	+	+	
21.	+	+	+	+	phon.Glottographie schlecht
22.	+	-	+	+	
23.	+	-	+	+	Rectusmyographie +
	12	14	19	19	

Tabelle 2. Icm = Elektromyographie der Interkostalmuskeln.
 Zw. = " des Zwerchfells
 Mbm = " des Mundbodens







2. Ergebnisse der ersten Untersuchungsreihe mit Normalpersonen

Besprechung der Abbildungen :

Abbildung 8 zeigt eine Ableitung ohne verzögerte Sprachrückkoppelung. Die Versuchsperson 21 spricht den Testsatz : "Heute morgen kaufte ein kleiner Lilliputaner in der Pettenkoferstraße einen großen Papagei". Die Schreibgeschwindigkeit beträgt 3 cm/sec.

Die einzelnen Kanäle registrieren in folgender Reihenfolge die einzelnen Meßwerte :

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1. Zeitschreibung | 8. Intercostalmuskelmyographie |
| 2. Atembewegung des Thorax | 9. respiratorische Glottographie |
| 3. Atembewegung der Bauchwand | 10. Expiration durch den Mund |
| 4. Kanal bleibt leer | 11. Expiration durch die Nase |
| 5. Zwerchfellmyographie | 12. Inspiration durch den Mund |
| 6. Mundbodenmyographie | 13. Inspiration durch die Nase |
| 7. phonatorische Glottographie. | |

Abb.9 und 10: Die Versuchsperson liest den Testsatz unter dem Einfluß der verzögerten Rückkoppelung. Die Meßwerte sind auf die gleichen Kanäle wie in Abb.8 geschaltet.

Vergleich zwischen den Abbildungen 8 und 9,10.

A t m u n g : Die Versuchsperson atmet während des unbeeinflussten Lesens des Satzes ebenso wie unter Einfluß des L E E - Effektes dreimal. Schnappatmungen werden nicht mitgezählt. Im Durchschnitt wird beim unbeeinflussten Lesen alle 2 Sekunden, beim Lesen mit dem L E E - Effekt alle 3 Sekunden geatmet.

Die Atemzüge sind tiefer, wie es an den Brust- und Bauchatemkurven und an der Aerometrie deutlich wird (Abb.9,10).

M y o g r a p h i e : Die Myographie des Mundbogens zeigt unter dem L E E -Effekt eine geringere, aber länger

SCHWEDEN

Bra

Bauch 2.

Zeit son. 2.10.85

M. 1.1.86

Je.

2 x

Si. 2.11.86

Heute
morgen

kaufte ein kleines

Li. 1.1. putzter in der

Post Finkenwerderstraße

einem großen Baum gel

Si. 1.1.86

1.1.86

1.1.86

1.1.86

0000230

Edtschreibung

Med

Jc.

Li. Li. p. mit Li.

Glo. ph.

Warte vorfen

Koh-sta ein

Klein

Li - Li - Li - p. Li - Li

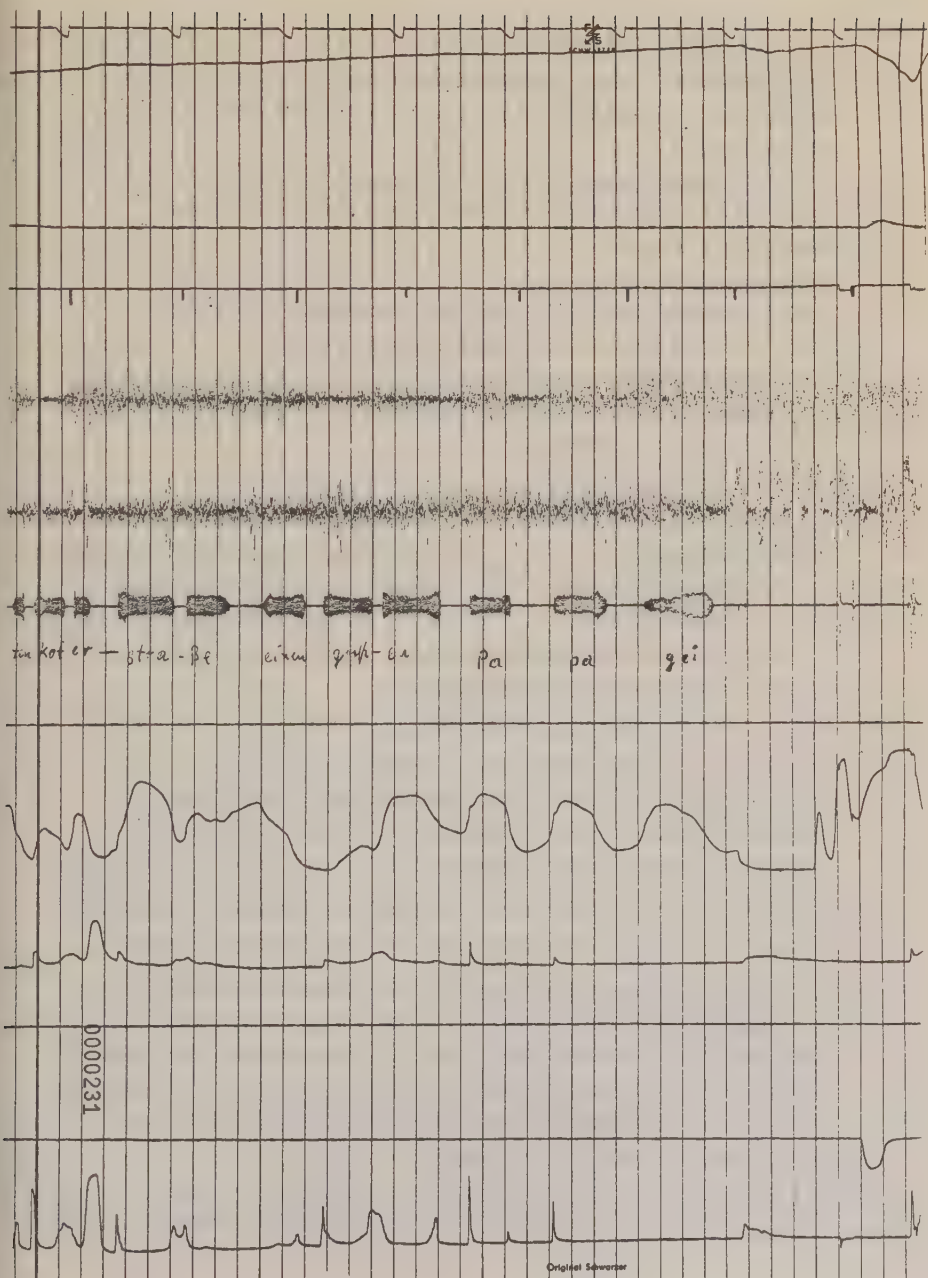
Li - Li - Li - p. Li - Li

Glo. res.

Ma. ex

Ma. in

Ma. ex



dauernde Innervation (Abb.9,10).

Das Zwerchfell wird stärker innerviert, es tritt eine Aktivität außerhalb der Inspirationsphase auf (Abb.9 siehe Pfeil).

G l o t t o g r a p h i e: Die phonatorische Glottographie läßt das Längerziehen der einzelnen Silben deutlich erkennen.

Abbildung 11, 12 und 13.

Die Versuchsperson 17 liest den Testsatz, in Abbildung 11 ohne und in den Abbildungen 12 und 13 mit verzögerter Sprachrückkoppelung.

Die Schreibgeschwindigkeit beträgt 3 cm/sec.

Reihenfolge der Meßwerte:

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| 1. Zeitschreibung | 8. Kanal bleibt frei |
| 2. Brustatmung | 9. respirator. Glottographie |
| 3. Bauchatmung | 10. Expiration durch den Mund |
| 4. Kanal bleibt frei | 11. Kanal ausgefallen |
| 5. Mundbodenmyographie | 12. Inspiration durch den Mund |
| 6. Intercostalmuskelm. myographie | 13. Expiration durch die Nase |
| 7. phonatorische Glottographie | |

Vergleich zwischen den Abbildungen:

A t m u n g: Der Proband 17 benötigt für das unbeeinflusste Lesen des Satzes 6 Sekunden und atmet zweimal. Unter dem Einfluß der Rückkoppelung benötigt er 13 Sekunden, atmet aber nur einmal.

M y o g r a p h i e: Deutlich ist eine stärkere Aktivität der Intercostalmuskeln und des Mundbodens erkennbar.

G l o t t o g r a p h i e: In der phonatorischen Glottographie ist eine Iteration zu erkennen. Die Silbe "Li" von Liliputaner wird dreimal wiederholt. Bei dieser Iteration sind drei deutliche Spitzen in der respiratorischen Glottographie vorhanden, die auf der Vergleichskurve (Abb.11) fehlen.

Die respiratorische Glottographie ist langgezogener

B+

1

Line Sec.
Burr

Mob

Jc

Ph-Gl

res. Gl

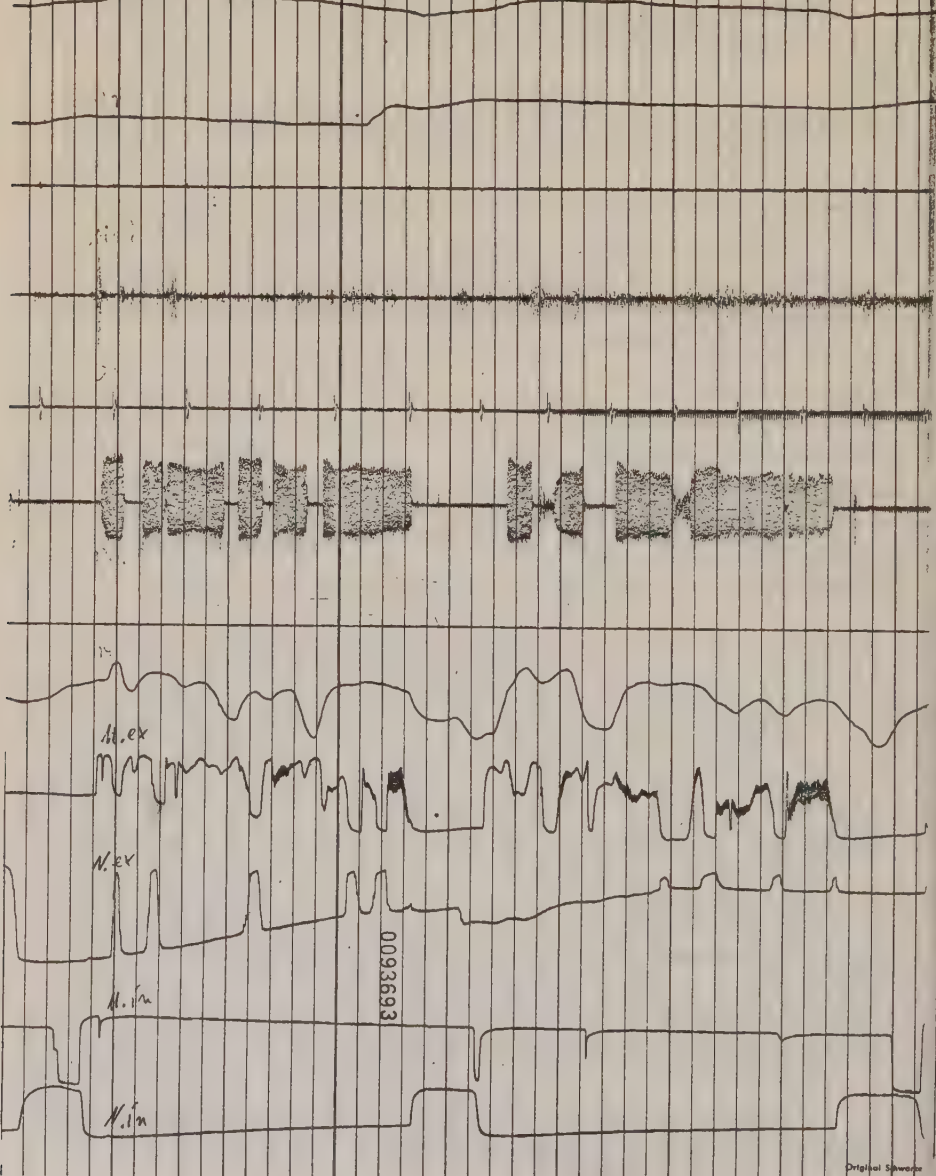
M.ex

M.ex

M.in

M.in

B- Test mit Lee



(in Abb.12 und 13), sie bildet einzelne Plateaus, wie z.B. bei den Silben "Se" in Straße (Abb.13).

Aerometrie:

Nach der Iteration folgt eine Pause von etwa einer Sekunde, bei der durch Mund und Nase stark ausgeatmet wird.

Abbildung 14 und 15.

In Abbildung 14 liest die Versuchsperson 2 unbeeinflusst einen freien Text, in Abbildung 12 denselben Text mit verzögerter Sprachrückkoppelung.

Die Schreibgeschwindigkeit beträgt 1,5 cm/sec.

Reihenfolge der Meßwerte:

4. Zeitschreibung

6. Zwerchfellmyographie

7. phonatorische Glottographie

9. respiratorische "

10. Expiration durch den Mund

11. Expiration durch die Nase

12. Inspiration durch den Mund

13. Inspiration durch die Nase.

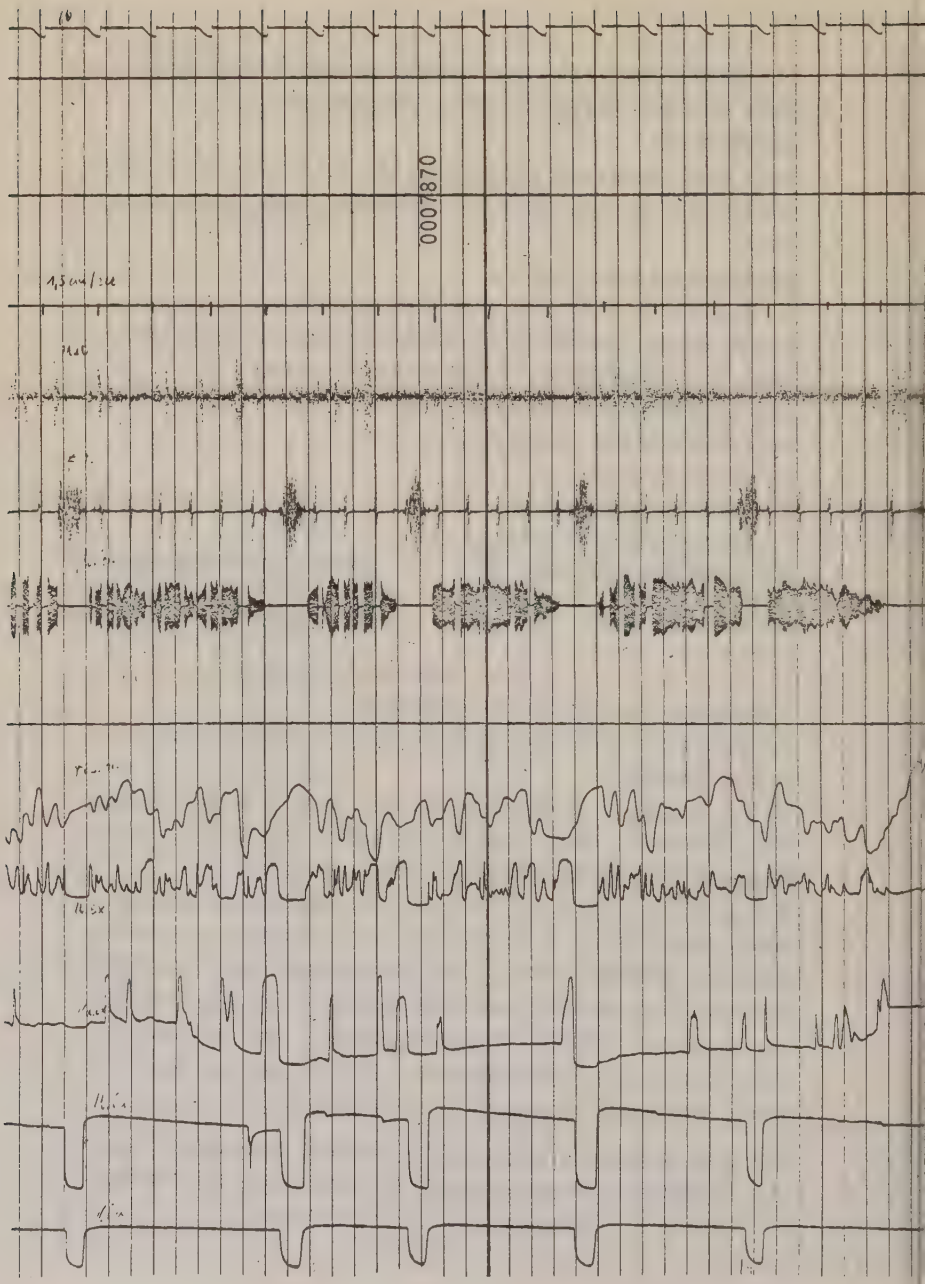
Vergleich der beiden Abbildungen:

In dem Text sind drei Iterationen feststellbar (Abb.15 siehe Pfeile).

A t m u n g : Unter dem Einfluß des L E E-Effektes sind weniger, aber tiefere Atemzüge erkennbar. Die Expirationsluftbewegungen sind stärker.

M y o g r a p h i e : Bei der Mundbodenmyographie sind während den Iterationen zusätzliche Aktivitätsgruppen festzustellen. Die Innervation des Zwerchfells ist deutlich erhöht und die Aktivität des Zwerchfells tritt schon vor der Inspiration auf. An drei Stellen findet man Aktivitätsgruppen, die mitten im Satz und ohne Beziehung zu einer Inspiration auftreten.

G l o t t o g r a p h i e : In der phonatorischen Glottographie zeigen sich 3 Iterationen. Die Verknä-



Original Document

0007873

Zett.

11

Abg.

Zw.

Gl. ph.

Sp. res.

M. ex.

Nex.

M. in

H. in

0007873

gerung einzelner Silben wird sehr deutlich.

Die respiratorische Glottographie bewegt sich während der Phonation unter dem Einfluß des L E E-Effektes auf einem etwas höheren Niveau.

Abbildung 16 und 17.

Der Proband 1 liest einen freien Text. Abb.17 ist mit dem L E E - Effekt aufgezeichnet.

Die Schreibgeschwindigkeit beträgt 3 cm/sec.

Reihenfolge der Meßwerte:

1. Zeitschreibung
4. Mundbodenmyographie
5. Myographie des Diaphragma
6. respiratorisch Glottographie
7. Phonatorische Glottographie
9. respiratorische Glottographie
10. Expiration durch den Mund
11. Expiration durch die Nase
12. Inspiration durch den Mund ist ausgefallen
13. Inspiration durch die Nase

Vergleich der beiden Abbildungen

A t m u n g : Die Expirationsvolumina sind deutlich erhöht.

M y o g r a p h i e: Die Aktivität der Mundbodenmuskulatur ist verringert. In Abb.17 sind die frühzeitigen Innervationen des Zwerchfelles vor Beginn der Inspiration sehr deutlich zu erkennen. Weiterhin tritt eine Aktivität des Zwerchfells auf, die außerhalb der Inspirationsphase liegt (Abb.17, siehe Pfeil).

G l o t t o g r a p h i e :

Die phonatorische Glottographie zeigt wieder die Verlängerung einzelner Silben.

Abbildung 18 und 19.

Der Proband 18 liest einen freien Text, in Abb.18 unbeeinflusst, in Abb. 19 unter dem Einfluß des L E E - Effektes.

54
SCHWABER

15

Mob

ZWT.

rx.61

ph.61

res.61

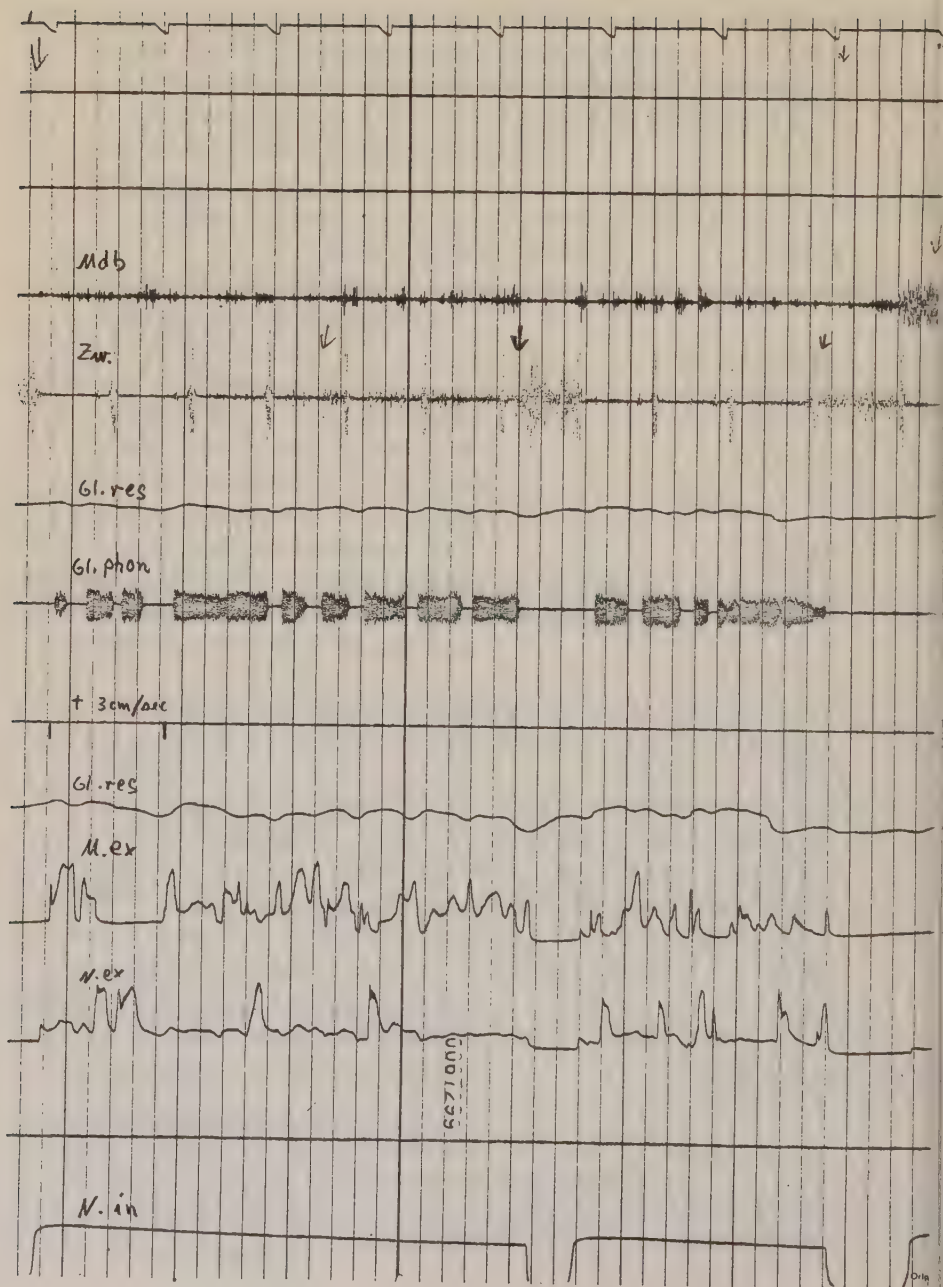
hex

hex

0067312

N.in.

Original Scanner



Die Schreibgeschwindigkeit beträgt 3 cm/sec.

Reihenfolge der Meßwerte:

- | | |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 1. Zeitschreibung | |
| 2. Brustatmung | 9. respiratorische Glottographie |
| 3. Bauchatmung | 10. Expiration durch den Mund |
| 5. Mundbodenmyographie | 11. Expiration durch die Nase |
| 6. Intercostalmuskelmyographie | 12. Inspiration durch den Mund |
| 7. phonatorische Glottographie | 13. Inspiration durch die Nase |

Die Störung der Intercostalmuskelmyographie in Abb. 19 beruht auf einer Interferenz. Der Proband berührt das Mikrophon des L E E- Apparates.

Vergleich der beiden Abbildungen

A t m u n g : Die Atemfrequenz ist unter der Einwirkung des L E E- Effektes verringert, die Atemtiefe ist erhöht.

M y o g r a p h i e : Die Innervation des Mundbodens ist in Abb.19 geringgradig erhöht.

G l o t t o g r a p h i e : Bei dem Vergleich der phonatorischen Glottographie beider Abbildungen fällt die Lesezeitverlängerung von 4 sec. auf 6,5 sec. auf. Die 9. und 10. Silbe werden auf das Doppelte in die Länge gezogen.

Die Laute 2 und 3 verschmelzen in Abbildung 19.

Die respiratorische Glottographie zeigt in Abb.19 die Bildung von Plateaus. Dies ist besonders bei dem sechsten Laut ausgeprägt. Unbeeinflusst fällt nach dem Beginn der Phonation die respiratorische Glottographie langsam ab, in der Ableitung mit dem L E E - Effekt (Abb.19) bleibt sie auf einer hohen Lage und fällt erst mit dem Beginn der Inspiration steil ab.

Abbildung 20

Der Proband 17 liest einen freien Text. Der Pfeil zeigt den Augenblick des Einschaltens der verzögerten

WALDEN

B₀

B₀u

u_{db}

D_C

61. ph



o_lu_u

u_{ex}

u_u

u_{ex}

0023271

Sprachrückkoppelung an.

Die Schreibgeschwindigkeit beträgt 3 cm/ sec.

Reihenfolge der Meßwerte:

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Zeitschreibung | 7. phonatorische Glottographie |
| 2. Brustatmung | 9. respiratorische Glottographie |
| 3. Bauchatmung | 10. Expiration durch den Mund |
| 5. Mundbodenmyographie | 11. Kanal ausgefallen |
| 6. Intercostalmuskel-
myographie | 12. Inspiration durch den Mund |
| | 13. Expiration durch die Nase |

Myographie : Nach dem Einschalten der verzögerten Sprachrückkoppelung verringert sich die Aktivität des Mundbodens.

Die Aktivität der Intercostalmuskeln erhöht sich.

Glottographie : Nach dem Einschalten des L E E - Effektes ziehen sich die einzelnen Silben deutlich in die Länge.

Die respiratorische Glottographie zeigt ein langsames Ansteigen während der Phonation. Bei dem vierten Laut nach Einschalten der verzögerten Sprachrückkoppelung erreicht sie den höchsten Stand.

Abbildung 21, 22 und 23.

Diese Abbildungen zeigen den Einfluß der verzögerten Rückkoppelung des Atemgeräusches auf die Atmung. Bei der Auswahl dieser drei Beispiele wird besonderen Wert auf die Darstellung der respiratorischen Bewegungen der Glottis gelegt.

In Abbildung 21 wird der Proband 17, in Abbildung 22 der Proband 18 und in Abbildung 23 der Proband 4 untersucht.

Die Schreibgeschwindigkeit beträgt bei den Abbildungen 21 und 22 3 cm/sec., bei der Abbildung 23 1,5 cm/sec. Ein Pfeil mit der Spitze nach unten zeigt den Augenblick des Einschaltens, ein Pfeil nach oben das Ausschalten der verzögerten Rückkoppelung an.

Br

Bu

Meb

Je

res. 61

Ph. 61

aus

ein

aus

res. 61.

Mex

Mex

M. am

M. 1/2

Reihenfolge der Meßwerte:

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------|
| 1. Zeitschreibung | 10.Expiration durch den Mund |
| 2. Brusatmung | 11.Expiration durch die Nase |
| 3. Bauchatmung | 12.Inspiration durch den Mund |
| 7. phonatorische Glottographie | 13.Inspiration durch die Nase |
| 9. respiratorische Glottographie | |

Bei den Abbildungen 21 und 22 liegt die Intercostal-muskelmyographie auf Kanal 6, in Abbildung 23 auf Kanal 5.

Glottographie: Beim Einschalten der verzögerten Rückkoppelung steigt die Kurve der respiratorischen Glottographie an (Abb.21) oder bleibt auf der vorher erreichten Höhe (Abb. 23).

Beim Ausschalten der verzögerten Rückkoppelung fällt die respiratorische Glottographie ab (Abb.22 und 23). Dieses Verhalten der respiratorischen Glottographie sieht man auch beim Ein- und Ausschalten der verzögerten Rückkoppelung während des Sprechens.

b. Zusammenfassung der Ergebnisse der ersten Versuchsreihe:

Änderung der Atmung :

Das zeitliche Verhältnis zwischen Inspiration und Expiration bei normaler Ruhe- Atmung ist etwa 1:2, unter dem Einfluß des L E E - Effektes 1 : 1,4. Die Frequenz der Atmung erhöht sich nach dem Einschalten des L E E - Effektes und die Atemzüge werden tiefer. Nach 3 - 4 Atemzüge normalisiert sich die Atmung wieder.

Während des Sprechens unter dem Einfluß der verzögerten Rückkoppelung erniedrigt sich die Atemfrequenz und die Atemzüge werden tiefer. Wird der fließende Sprechverlauf öfters durch Iterationen und Stockungen unterbrochen, so ist die Atemfrequenz nicht verringert.

Änderung des Lesetempos:

Bei allen Versuchspersonen tritt unter dem Einfluß des L E E - Effektes eine Verringerung des Sprechtempos ein. In Tabelle 3 ist die Erhöhung der Gesamtlesezeit zusammengestellt. Die Werte ergeben sich aus der Formel:

$$\text{Lesezeitverlängerung} = \frac{\text{Absolute Lesezeit mit L E E - Effekt} - \text{absolute Lesezeit ohne L E E - Effekt}}{\text{absolute Lesezeit ohne L E E - Effekt}}$$

In Abbildung 24 sind diese Werte in ein Koordinatensystem eingetragen. Auf der Abzisse ist die Lesezeitverlängerung so aufgetragen, daß z.B. alle Werte zwischen 1,1 und 1,2 in eine Spalte eingetragen werden. Die Ordinate gibt die Zahl der Versuchspersonen an.

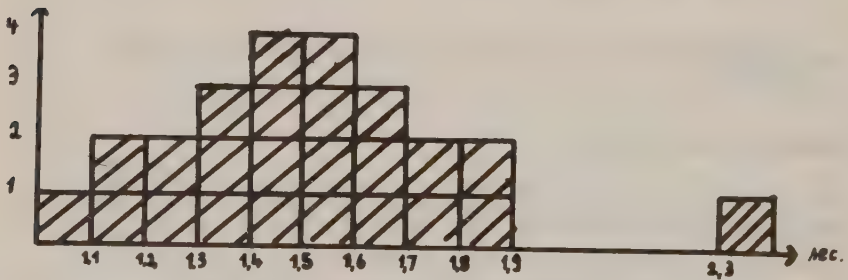


Abbildung 24: Lesezeitverlängerung

Atemfrequenz		
	ohne	mit (LEE-Effekt)
	Lesezeitverlängerung	
1a.	5,9	5,0
1b.	4,8	4,7
2a.	3,5	4,0
2b.	3,3	4,7
3.	6,2	5,0
4.	3,4	4,3
5.	4,5	4,5
6.	4,3	3,6
7.	-	-
8.	3,5	3,2
9.	2,9	3,2
10.	3,4	3,4
11.	1,8	1,7
12.	7,7	8,4
13.	3,5	3,3
14.	2,5	3,5
15.	3,9	3,7
16.	2,3	4,1
17.	3,0	5,0
18.	2,7	4,0
19.	2,5	3,0
20.	3,8	5,0
21.	3,0	3,4
22.	3,6	3,5
23.	3,4	3,4

Tabelle 3. Atemfrequenz: 1 Atemzug pro x Sekunden.
Lesezeitverlängerung

Besondere Beobachtungen:

Bei der zweiten Untersuchung der Versuchspersonen 1 und 2 findet sich eine gewisse Gewöhnung an die verzögerte Rückkoppelung, sodaß die paradoxen Aktivitäten des Zwerchfells sehr viel geringer und seltener sind. Außerdem treten weniger Iterationen auf.

	Zwerchfell	zusätzl. Zwerchfellinnervation	Intercostal-muskeln	Mundboden-muskulatur
1a.	+	+	+	+
1b.	+	+	x	-
2a.	+	+	+	-
2b.	+	+	x	x
3.	+	-	x	x
4.	+	+	x	-
5.	+	?	x	-
6.	?	+	x	+
7.	+	+	x	x
8.	x	x	x	-
9.	+	?	x	+
10.	x	x	+	x
11.	x	x	x	-
12.	+	?	x	+
13.	+	?	x	-
14.	+	x	x	-
15.	x	+	-	x
16.	x	x	?	-
17.	x	x	+	+
18.	x	x	+	-
19.	x	x	?	-
20.	x	x	+	-
21.	x	+	?	+
22.	x	x	+	+
23.	x	x	+	+
13	./.		8	7 verstärkte Aktivität
/	1		1	12 keine Veränderung
1	4		3	0 unsichere Beurteilung
	9	zusätzliche Zwerchfellaktivität		
14	14		12	19 Anzahl

Tabelle 4: Ergebnisse der Elektromyographie

Ergebnisse der Elektromyographie:

Die Ergebnisse der Myographie sind in der Tabelle 4 zusammengefaßt.

Die Atemmuskulatur wird unter dem Einfluß des L E E-Effektes stärker innerviert.

Es tritt eine Vorverschiebung der Aktivität des Zwerchfells während der Inspirationsphase auf (siehe auch S.40 Abb.17). Bei 9 von 14 Untersuchungen können Aktivitäten des Zwerchfells ohne Zusammenhang mit der Inspirationsphase sicher festgestellt werden. Nur bei einer Versuchsperson treten diese Aktivitäten mit Sicherheit nicht auf.

Die Innervation der Mundbodenmuskeln wird wenig beeinflusst, nur bei 7 Personen kann eine stärkere Aktivität festgestellt werden, bei den übrigen 12 eine gleichbleibende oder sogar schwächere Aktivität.

Ergebnisse der Glottographie:

Bei allen Versuchspersonen kann an Hand der phonatorischen Glottographie eine Sprechzeitverlängerung deutlich gezeigt werden. Diese Verlängerung der Sprechzeit setzt sich aus Langziehen einzelner Silben und Verlängerung der Pausen zusammen.

Mehrere Silben, die normal einzeln gesprochen werden, werden in einen Lautkomplex zusammengezogen (siehe S.41 Abb.19). Die Zeit, die zu der Aussprache dieser Lautkomplexe benötigt wird, ist nicht verkürzt, sondern eher verlängert.

In der respiratorischen Glottographie fällt die geringere Einheitlichkeit der Kurve auf, es wechseln langgezogene Höhen mit kurzen kleinen Zacken ab. Weiterhin werden die Öffnungen der Glottis in den Pausen größer. Man hat den Eindruck, als ob die Span-

nung der Stimmlippen größer würde (siehe S.40, Abb.20, S.43, Abb.21, 22 und 23).

3. Versuchsanordnung der zweiten Untersuchungsreihe mit Normalpersonen

Diese Versuchsserie soll die Lautstärkenveränderung, die Tonhöhenverschiebung sowie die Funktion der Stimmlippen unter dem Einfluß des L E E - Effektes darstellen.

a. Auswahl der Versuchspersonen:

Es wurden 22 Probanden untersucht, 17 Männer und 4 Frauen. Die Mehrzahl der Probanden ist zwischen 20 und 30 Jahren alt (siehe Tabelle 5). Außer 8 Studenten sind die Versuchspersonen Patienten der HNO-Klinik.

	Alter	Geschlecht
1. Un.	40	♀
2. Schi.	25	♂
3. Ob.	28	♂
4. Ae.	55	♂
5. Pf.	23	♂
6. Ha.	23	♂
7. Kl.	28	♂
8. Ra.	50	♂
9. Sa.	16	♂
10. Ko.	24	♂
11. No.	26	♂
12. Di.	50	♂
13. Str.	20	♂
14. Wi.	17	♂
15. Str.	17	♂
16. Ho.	28	♂
17. Le.	29	♂
18. Ki.	24	♂
19. Schü.	25	♂
20. Kl.	26	♂
21. Schil.	35	♂
22. Ge.	31	♂

Tabelle 5: Übersicht über die Versuchspersonen der zweiten Untersuchungsreihe.

b. Beschreibung der Versuchsanordnung

Registriergerät:

Als Registriergerät wird zusätzlich zu dem schon vorher verwendeten EEG gleichzeitig ein Großbildoszillograph Typ SGM 43 der Firma Knott- Elektronik verwendet.

Dieses Gerät ist ein Vielfachoszillograph für die Verstärkung und Anzeige von maximal 10 verschiedenen Meßwerten. Bei unserer Versuchsanordnung werden nur 8 Kanäle verwendet, damit die Übersichtlichkeit nicht leidet. Die Eingangssignale der Meßinstrumente werden in Einschubverstärkern verstärkt und auf dem 30 cm breiten Bildschirm dargestellt.

Formantfilterverstärker:

Zur Darstellung der Lautstärkenänderung und der Tonhöhenverschiebung dient ein Formantfilterverstärker. Die durch ein hochwertiges dynamisches Mikrophon aufgenommene Sprache wird hier in 8 Frequenzbereiche gefiltert und verstärkt. Nur die fünf unteren Frequenzbereiche zwischen 50 und 1650 Hertz werden verwendet.

Die Schirmbildwerte werden teils mit einer Polaroidkamera, teils mit einem normalen Fotoapparat mit einem 72 mm-Film festgehalten. Von diesem Film stammen die verwendeten Aufnahmen.

Reihenfolge der einzelnen Meßwerte :

1. Formantphonogramm 50 - 300 Hertz
2. Formantphonogramm 300 - 600 Hertz
3. Formantphonogramm 600 - 900 Hertz
4. Formantphonogramm 900 - 1250 Hertz
5. Formantphonogramm 1250 - 1650 Hertz
6. Elektromyographie des Mundbodens
7. respiratorische Glottographie
8. phonatorische Glottographie.

Vertäubung und unverzögerte Rückkoppelung:

Als Vergleich zu dem L E E - Effekt werden in der zweiten Untersuchungsreihe auch die Vertäubung und die unverzögerte Sprachrückkoppelung angewendet.

Vertäubung:

Dem Proband wird ein weißes Geräusch von etwa 80-90 Dezibel von einem Tonband in die Kopfhörer geleitet.

Unverzögerte Rückkoppelung:

Zur Erzeugung der unverzögerten Rückkoppelung wird die Sprache der Versuchsperson durch ein Mikrophon aufgenommen und über einen Verstärker der Firma Siemens direkt in die Kopfhörer geleitet.

Versuchsablauf:

Nach Anlegen der Meßinstrumente laufen die Untersuchungen folgendermaßen ab:

1. Mehrmaliges Sprechen des Testsatzes: " Heute morgen kaufte ein kleiner Liliputaner in der Pettenkoferstraße einen großen Papagei ".
2. mehrmaliges Zählen von 1 - 5.

Dabei wird die Sprache sowohl unbeeinflusst, wie auch unter dem Einfluß des L E E - Effektes, der Vertäubung und der unverzögerten Rückkoppelung aufgenommen.

Weiterhin wird bei den letzten 10 Versuchspersonen der Einfluß der verzögerten Rückkoppelung auf die Phonation des Vokales " a " geprüft.

4. Ergebnisse der zweiten Versuchsreihe

a. Erläuterung der einzelnen Abbildungen

Abbildung 25 und 26:

Sie stammen vom Probanden 2 und zeigen das Einschalten der verzögerten Sprachrückkoppelung (siehe Pfeile). Die Registriergeschwindigkeit beträgt 10 cm/sec. Die Abbildungen zeigen dementsprechend einen Zeitraum von je 3 Sekunden.

Reihenfolge der Meßwerte: (siehe auch Seite 51)

1 - 5 Phonogramme von 50 - 1650 Hertz.

6. Elektromyographie des Mundbodens

7. respiratorische Glottographie

8. phonatorische Glottographie.

Formantfilterkurven: In beiden Abbildungen ist eine Lautstärken- und Frequenzerhöhung klar zu erkennen.

Myographie: Die Myographie ist sehr schwach eingestellt und daher nicht auswertbar.

Glottographie: Diese beiden Abbildungen zeigen, wie unterschiedlich eine Versuchsperson auf das Einschalten der verzögerten Rückkoppelung reagieren kann. In der Abbildung 25 führt die respiratorische Glottographie nach einer Pause von 0,65 sec. eine zweimalige Einstellbewegung durch. Das Einschalten der verzögerten Sprachrückkoppelung erfolgt bei diesem Probanden zum ersten Mal; er war auf die Wirkung nicht vorbereitet. Abbildung 26 registriert das dritte Einschalten des L E E - Effektes. Die Versuchsperson zeigt eine gewisse Anpassung. Im Augenblick des Einsetzens der Wirkung steigt die Glottographie steil an. Bei der Silbe " put " in dem Wort Liliputaner bildet sie ein Plateau, das von zwei Einstellbewegungen begrenzt wird. Wie auch in Abbildung 25 fällt die respiratorische Glottographie nach dieser Fehlleistung steil ab, die Glottis öffnet sich sehr stark.

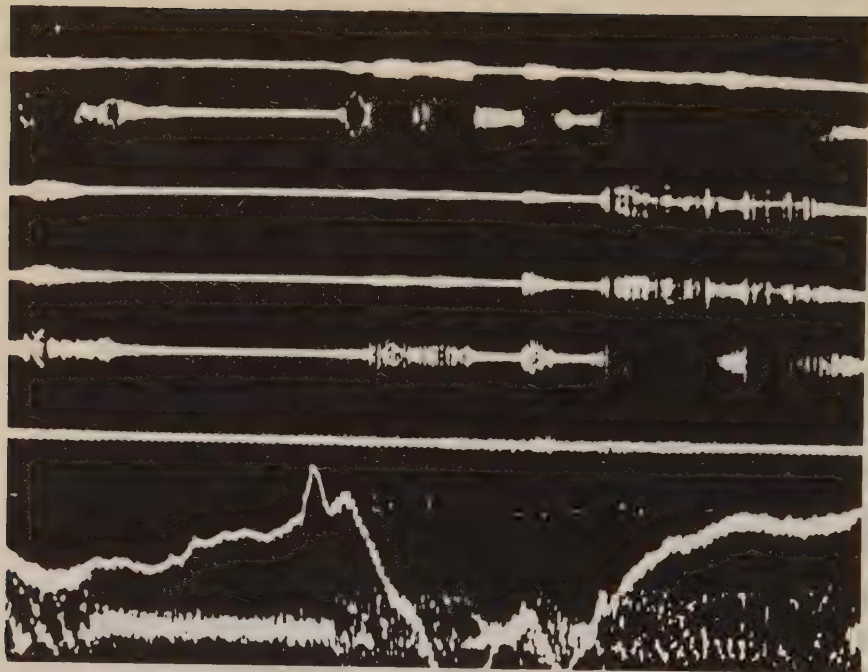
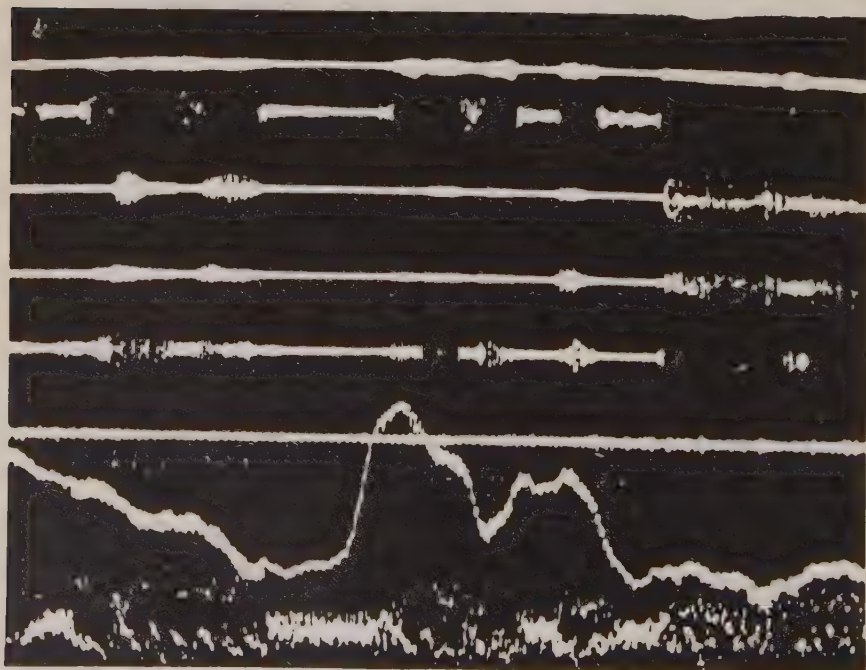


Abbildung 25 : mit L E E - Effekt



Abbildungen 27 und 28 (auf S. 54 a)

In beiden Abbildungen spricht die Versuchsperson 4 den Testsatz. Abbildung 27 zeigt das Einschalten der Vertäubung mit einem weißen Geräusch, Abbildung 28 das Einschalten des L E E - Effektes (siehe Pfeile). Die Schreibgeschwindigkeit beträgt 10 cm/ sec; die Abbildungen stellen einen Zeitabschnitt von 3 sec. dar.

Formantfilterkurven: In beiden Abbildungen sind Lautstärkenerhöhung und stärker hervortretende höhere Frequenzen deutlich zu erkennen. Unterschiede zwischen dieser Wirkung der verzögerten Sprachrückkoppelung und der Vertäubung können nicht festgestellt werden.

Myographie: In Abbildung 28 finden sich zwei Innervationsgruppen der Mandbodenmuskeln, die gegenüber den gleichen Satzabschnitten in Abbildung 27 verstärkt sind.

Glottographie: Wieder tritt nach dem Einschalten des L E E - Effektes eine Pause von etwa 0,5 sec. auf. Darauf folgt eine Einstellbewegung mit einer sehr kurzen und leisen Phonation. Nach 0,23 sec. beginnt nach einer zweiten Einstellbewegung die eigentliche Phonation. Nach dem ersten " Li " folgt eine Pause von 0,5 sec. , an deren Ende die Glottis wieder eine zusätzliche Einstellbewegung ausführt. Diese Einstellbewegung ist von der zur Phonation führenden Einstellbewegung 0,25 sec. entfernt. Dieser Zeitintervall entspricht exakt der Verzögerungszeit. Wie auch in Abbildung 25 und 26 öffnet sich die Glottis nach diesem Fehlen maximal.

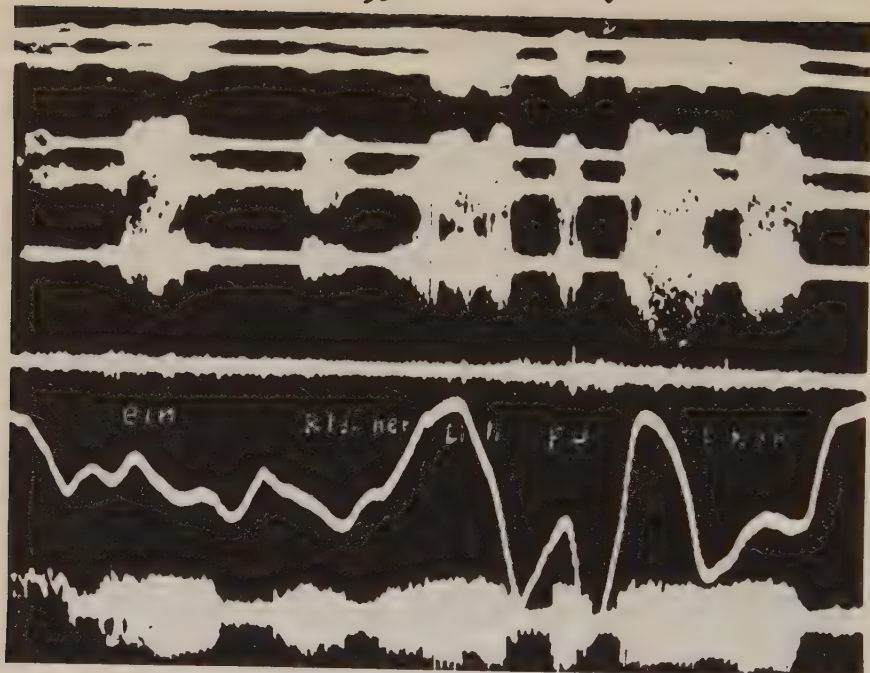


Abbildung 27 : mit Vertäubung

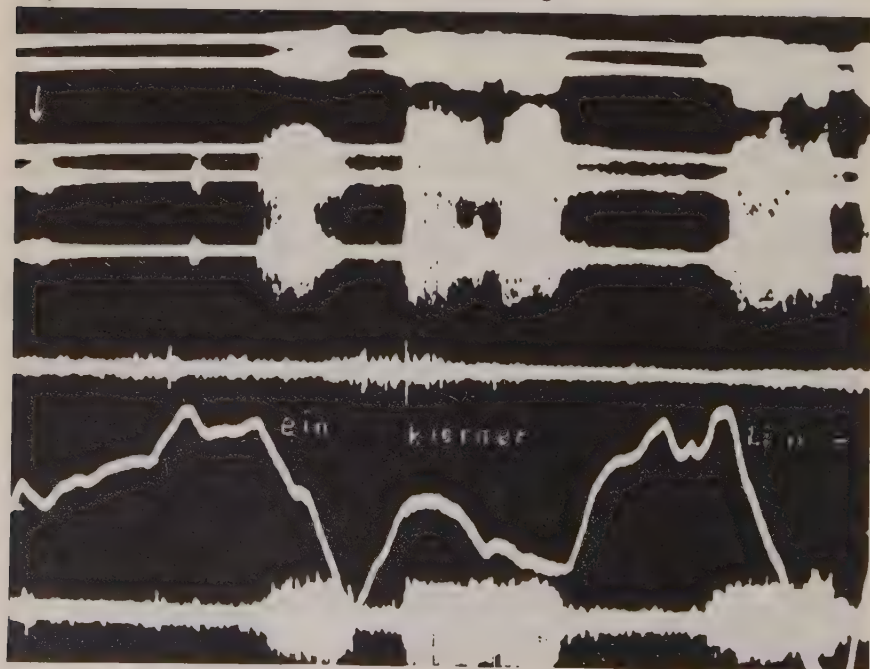


Abbildung 28 : mit L E E - Effekt

Abbildungen 29 und 30 (auf S. 55 a)

Der Proband 10 liest den Testsatz, in Abbildung 29 unbeeinflusst und in Abbildung 30 mit verzögerter Sprachrückkoppelung.

Die Schreibgeschwindigkeit beträgt 30 cm/ sec. bzw. 3 sec. pro Abbildung.

Der erste Kanal mit der Formantfilterkurve von 50 - 300 Hertz ist nicht dargestellt.

Formantfilterkurven:

In Abbildung 30 findet sich nach dem Einschalten des L E E - Effektes eine deutliche Erhöhung der Lautstärke, besonders der hohen Frequenzen.

Myographie:

Die Innervation der Mundbodenmuskeln ist in Abbildung 30 gegenüber Abbildung 29 geringgradig verstärkt. Dies trifft vor allem auf die Aktivitätsgruppe vor dem Wort " ein " zu.

Glottographie:

Die Silben " kleiner Lili " werden in der phonatorischen Glottographie zusammengezogen (Abb. 30) Die respiratorische Glottographie fällt in Abbildung 30 bei der Silbe " put " nicht so stark ab wie normal (Abb. 29) sondern bleibt auf einem relativ hohen Niveau stehen. Die Einstellbewegung für die nächste Silbe ist daher nicht nötig und fehlt.

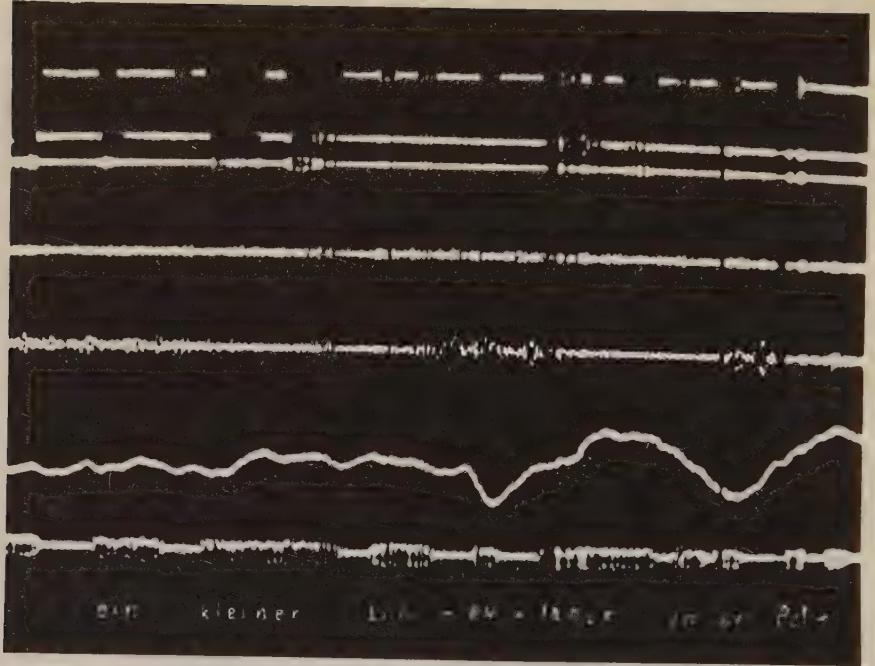


Abbildung 29 : unbeeinflusst

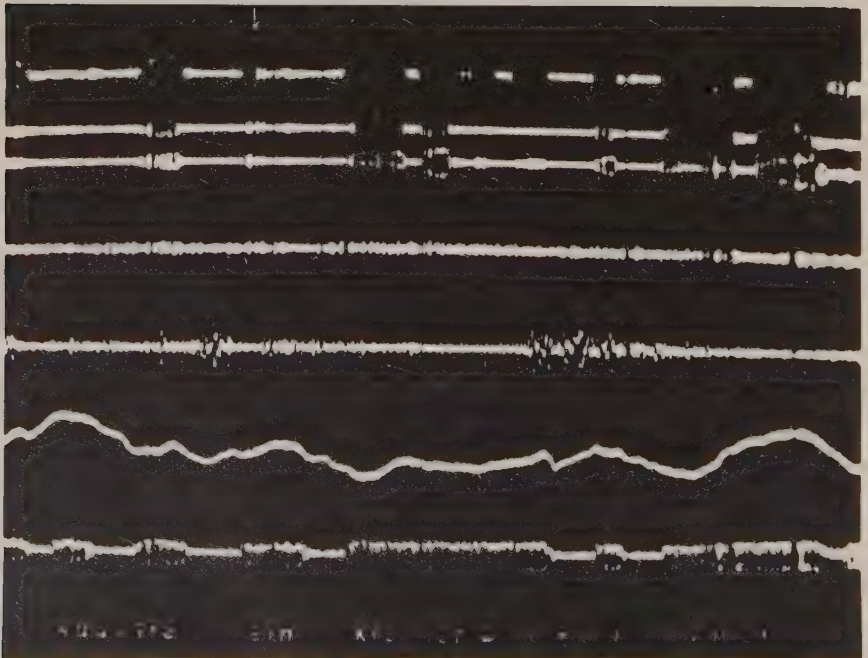


Abbildung 30 : mit L E E - Effekt

Abbildungen 31, 32 und 33 (S. 56a und b)

Die Versuchsperson 13 zählt in diesen drei Abbildungen (Abb. 31 mit unverzügelter, Abb. 32 mit verzögerter Rückkoppelung und Abb. 33 mit Vertäubung). Es sind die Zahlen " zwei " und " drei " erfaßt. Die Pfeile zeigen das Einschalten der unverzügerten, bzw. verzögerten Sprachrückkoppelung und der Vertäubung an. Die Schreibgeschwindigkeit des Oszillographen beträgt 10cm/sec.

Formantfilterkurven: In den Abbildungen 32 und 33 (L E E - Effekt und Vertäubung) wird die Zahl " drei " deutlich lauter gesprochen.

Myographie: Myographisch lassen sich keine Unterschiede feststellen.

Glottographie: Der Beginn der Phonation erfolgt unter dem Einfluß der verzögerten Sprachrückkoppelung abrupter als der unverzügerten Rückkoppelung, die Amplitude der phonatorischen Glottographie steigt in Abbildung 31 allmählicher an.

Während die respiratorische Glottographie in den Abbildungen 31 und 33 nach dem Beginn der Phonation noch etwas ansteigt, hält sie unter dem Einfluß des L E E - Effektes (Abb. 32) in ihrer Schließungsbewegung beim Beginn der Phonation inne (bei der Zahl " zwei ") oder öffnet sich sofort (bei der Zahl " drei "). Während die respiratorische Glottographie bei dem Erreichen des höchsten Kurvenverlaufes (bei dem Zählen der Zahl " drei " in Abb 31) steil abfällt, bleibt sie in den Abbildungen 32 und 33 nach einem kurzem Abfall auf einer hohen Stufe stehen.

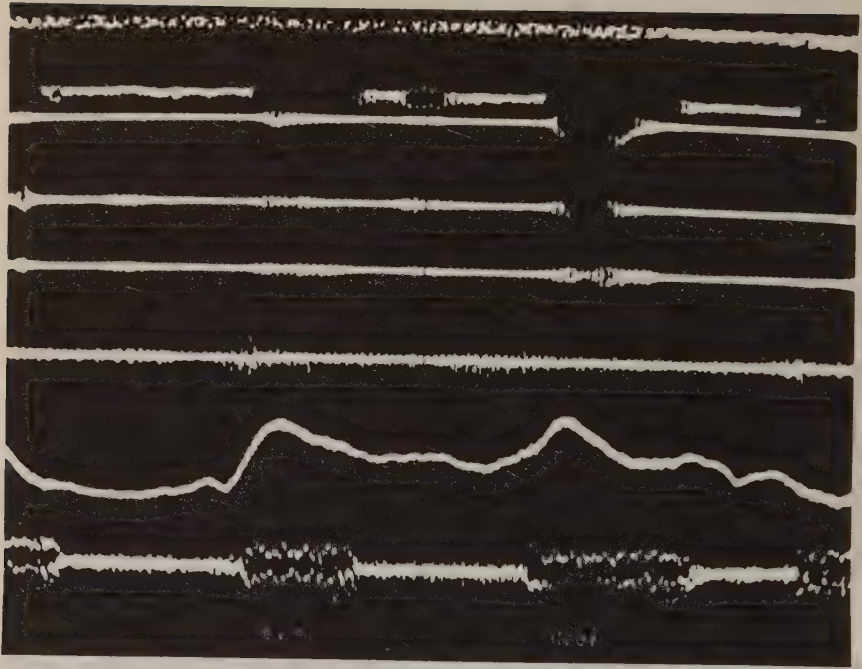
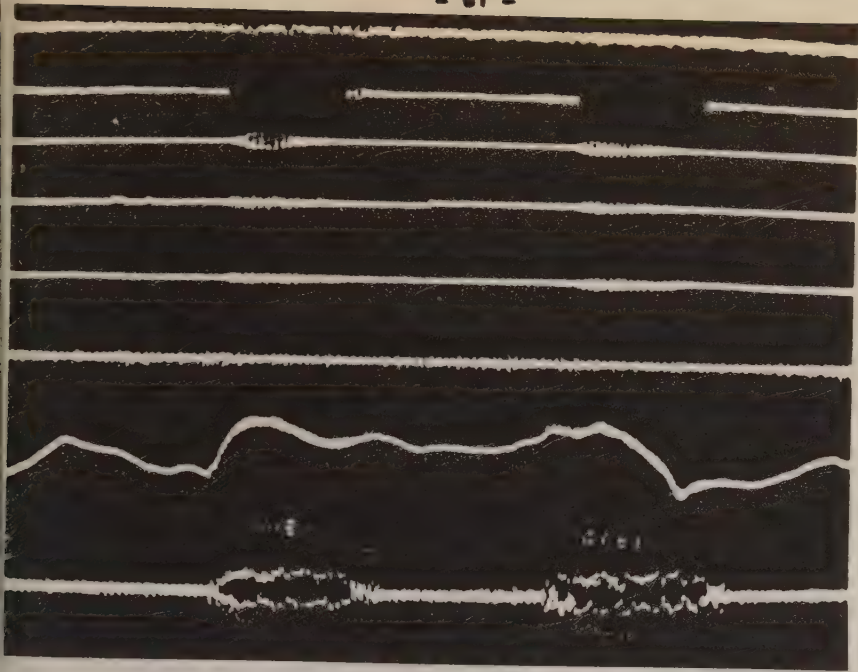


Abbildung 33 : mit Vertäubung



- Abbildung 31 : mit unverzügter rückkoppelung

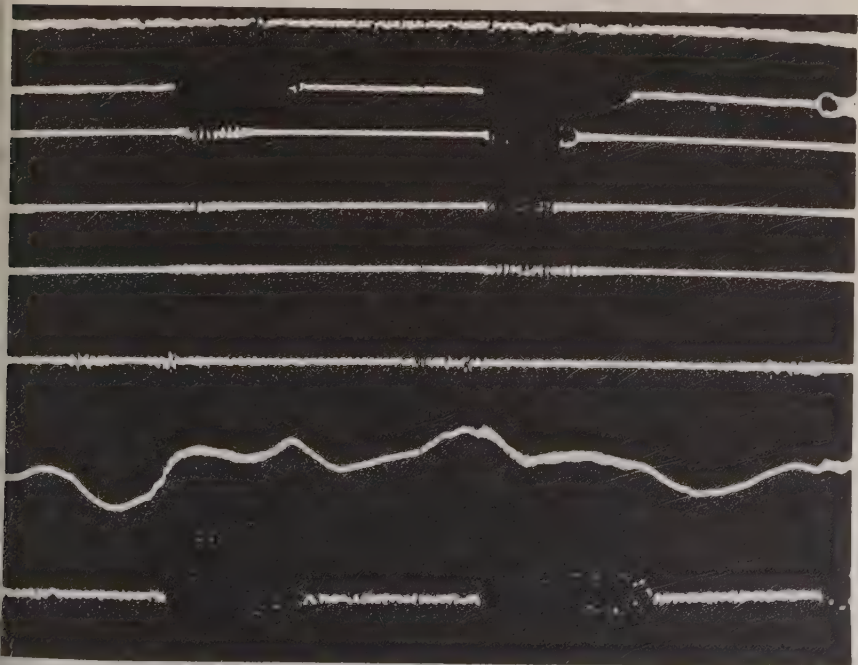


Abbildung 32 : mit L E E - Effekt

Abbildungen 34 und 35 (auf Seite 57 a)

Die Versuchsperson 13 liest den Testsatz, in Abbildung 24 mit Vertäubung und in Abbildung 35 unter dem Einfluß des L E E - Effektes.

Das Einschalten der Vertäubung und des L E E - Effektes ist durch Pfeile gekennzeichnet.

Die Schreibgeschwindigkeit beträgt 10 cm / sec., dementsprechend stellen die Abbildungen einen Zeitabschnitt von je 3 Sekunden dar.

In Abbildung 34 sind die Formantfilterkurven 2 und 3 vertauscht.

Formantfilterkurven:

Nach dem Einschalten der Vertäubung und des L E E - Effektes tritt eine deutliche Erhöhung der Lautstärke auf (etwa 10 db) . Besonders deutlich wird in diesen zwei Abbildungen, daß die höheren Frequenzen im Verhältnis zu den tieferen lauter werden.

Myographie:

Myographisch sind keine deutlichen Unterschiede zwischen beiden Abbildung feststellbar.

Glottographie:

Bei der Silbe " taner " bleibt die respiratorische Glottographie in Abbildung 35 auf einer hohen Stufe. Diese Bewegung ist in Abbildung 34 nicht so stark ausgeprägt. Die phonatorische Glottographie zeigt unter dem Einfluß des L E E - Effektes (Abb. 35) deutlich die Lesezeitverlängerung.

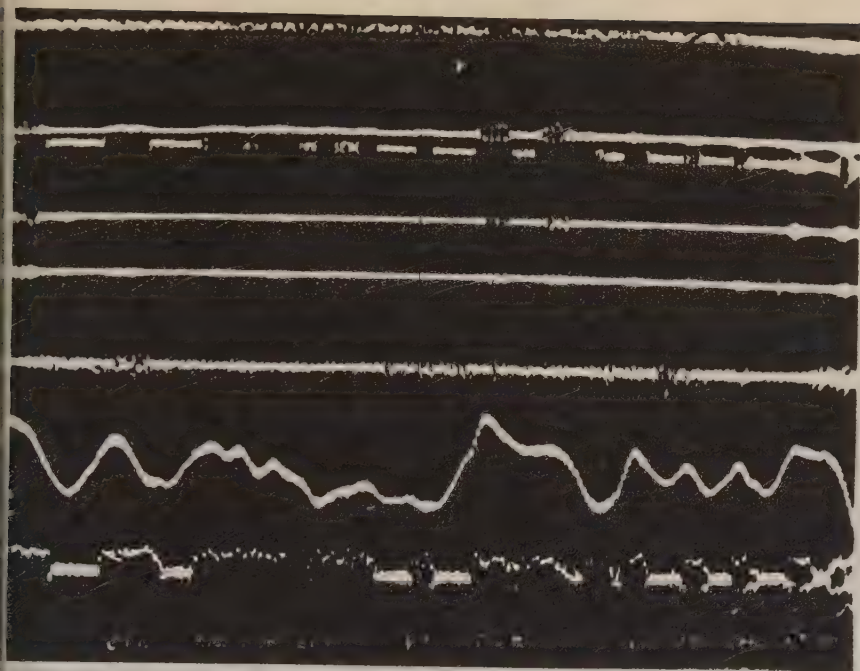


Abbildung 34 : mit Vertüfung

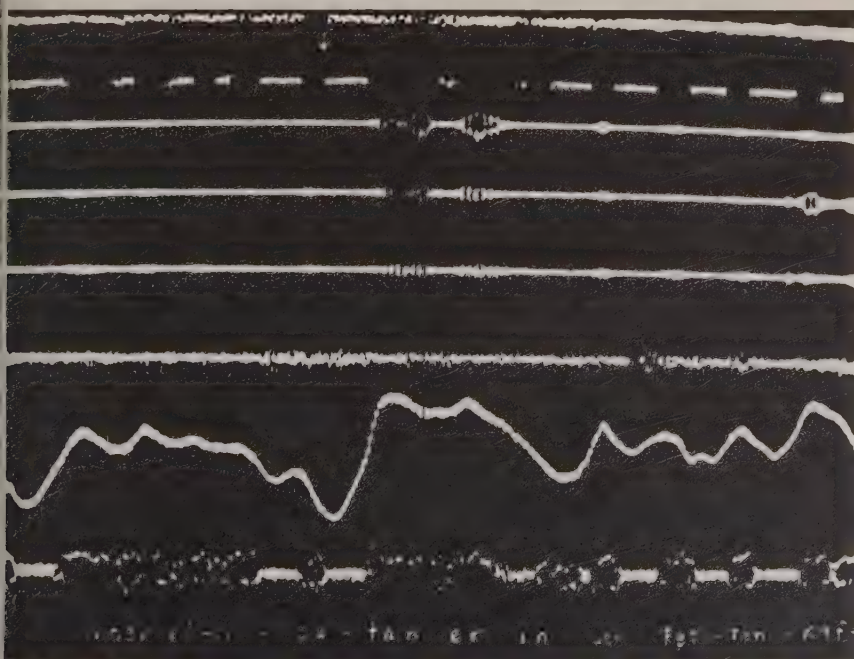


Abbildung 35 : mit L E E - Effekt

Abbildungen 36 und 37 (S. 58a)

In Abbildung 36 phoniert der Proband 11, in Abbildung 37 der Proband 2 den Vokal " a " . Die verzögerte Sprachrückkoppelung wird gleichzeitig mit dem Beginn der Phonation eingeschaltet, sodaß die Probanden 0,23 sec. später ihre Stimme hören. Die Schreibgeschwindigkeit beträgt 30 cm/sec. Jede Abbildung zeigt einen Ausschnitt von 1 sec. Dauer.

In Abbildung 32 fehlt die erste Formantfilterkurve (50- 300 Hertz). Die respiratorische Glottographie ist in Abb. 32 umgepolt.

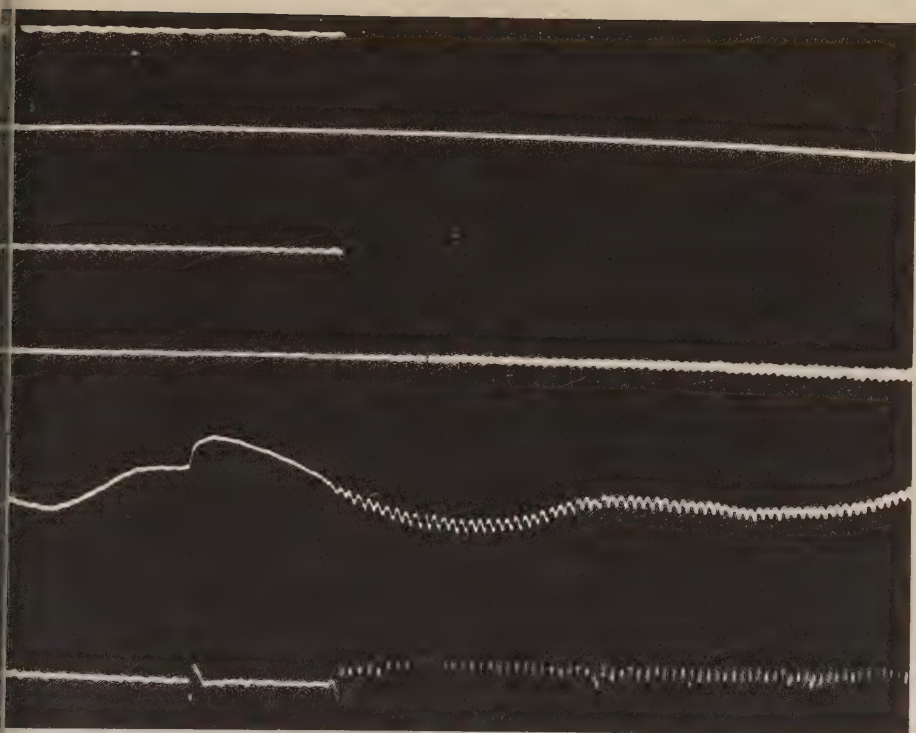
Glottographie:

0, 25 sec. nach dem Beginn der Phonation hält die Glottographie in ihrer Öffnungsbewegung inne und schließt sich für weitere 0, 25 sec. wieder (Abb. 36). Der Zeitraum von 0, 25 sec. nach dem Beginn der Phonation entspricht dem ersten Eintreffen der verzögerten Rückkoppelung, bzw. von 0,5 sec. dem zweiten Eintreffen.

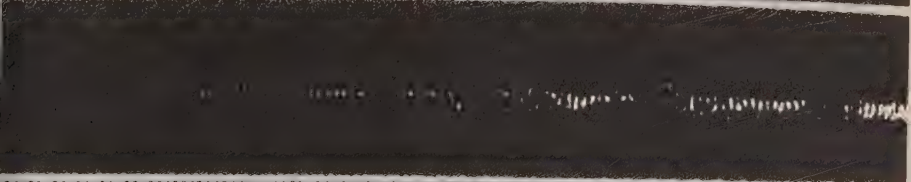
In der phonatorischen Glottographie fällt auf, daß im Augenblick des ersten Eintreffens der Rückkoppelung eine Schwingung der Stimmlippen ausfällt.

In Abbildung 37 fallen sogar für etwa 0,03 sec. mehrere Schwingungen aus. Die respiratorische Glottographie fällt in diesem Zeitraum.

Die tiefen Frequenzen werden unterdessen geringer, die hohen jedoch bleiben gleich laut.



Abc.
36



Abc.
37



b. Zusammenfassung der Ergebnisse der zweiten Untersuchungsreihe

1. Ergebnisse der Untersuchungen mit dem L E E-Effekt:

a. Auswertung der Formantfilterkurven:

Bei allen Untersuchungspersonen wird ein deutliches Ansteigen der Lautstärke registriert, die im Mittel etwa 10 Dezibel beträgt. Höhere Frequenzen treten dabei deutlicher hervor als niedrige (siehe Abb.35 S.5).

b. Elektromyographie der Mundbodenmuskeln:

Die Aktivität der Mundbodenmuskeln steigt unter dem Einfluß des L E E - Effektes nicht oder nur sehr gering an. Es gibt allerdings kürzere Aktivitätskomplexe, die gegenüber der normalen Innervation des Mundbodens leicht erhöht sind (siehe Abb.S.54).

c. Glottographie:

- respiratorische Glottographie:

Auch in der zweiten Versuchsserie wird eine größere Anspannung der Glottis registriert, die sich in der respiratorischen Glottographie als eine hohe Stufenbildung äußert (Abb.30, S.5 a, Abb.32 S.5 a und Abb.35, S.5 a).

Die Stimmlippen führen paradoxe Bewegungen aus, z.B. zweimalige Einstellbewegung vor einer Phonation (Abb. 25,26, S.5 und Abb.28,S.5 a).

Nach diesen Fehlbewegungen der Glottis öffnet sie sich maximal.

Im Augenblick des Eintreffens der verzögerten Rückkopplung während der Phonation des Vokales "a" fällt die respiratorische Glottographie nicht weiter, sondern die Glottis schließt sich für eine Zeitdauer von 0,25 sec.wieder etwas (Abb.35,S. 5 a). Hier wird deutlich, wie die Stellung bzw.Spannung der Stimmlippen durch das Gehör reguliert wird.

- phonatorische Glottographie:

Sehr deutlich kann eine Verlängerung der Lesezeit einzelner Silben festgestellt werden (Abb.35, S.5). Mehrere Silben werden zu einem Komplex zusammengezogen (Abb.30, S.54a).

Beim Eintritt der Rückkoppelung während der Phonation des Vokales "a" verringert sich die Amplitude der Stimmlippenschwingungen, die sich dann im weiteren Verlauf der Phonation wieder normalisieren. Die Dauer dieser Amplitudenverringerung beträgt in Abbildung 36 (S.58a) nur eine Stimmlippenschwingung, in Abb.37 (S.58 a) einen Zeitraum von etwa 0,03 sec.; hier fallen mehrere Schwingungen aus.

2. Ergebnisse der Untersuchung mit Vertäubung:

a. Formantfilterkurven:

Bei der Auswertung der Aufnahmen, die unter dem Einfluß der Vertäubung aufgenommen werden, zeigt sich eine deutliche Erhöhung der Lautstärke der Sprache und das vermehrte Auftreten höherer Frequenzen. Diese Änderung des Sprechtones läßt sich nicht von der gleichen Änderung, die durch die verzögerte Sprachrückkoppelung verursacht wird, unterscheiden.

b. Myographie des Mundbodens:

Es läßt sich keine wesentliche Aktivitätssteigerung der Mundbodenmuskeln unter dem Einfluß der Vertäubung feststellen.

c. Glottographie:

In der respiratorischen Glottographie zeigen sich nur geringe Änderungen, die einer stärkeren Anspannung der Stimmlippen entsprechen. Diese Änderungen zeigen sich in einer Hebung der respiratorischen Glottographiekurve während der Phonation (siehe Abb.33, S.56b).

In der phonatorischen Glottographie finden sich keine signifikanten Unterschiede gegenüber der Normalsprache.

3. Untersuchungen mit unverzögerter Sprachrückkoppelung:

Bei der Auswertung dieser Untersuchungen können keine deutlichen Veränderungen gegenüber der unbeeinflussten Sprache festgestellt werden.

4. Vergleich zwischen den Wirkungen der verzögerten Sprachrückkoppelung und der Vertäbung:

	LEE-Effekt	Vertäbung
Lesetempo	verringert	unbeeinflusst
Lautstärke	erhöht	erhöht
Tonhöhe	erhöht	erhöht
Iterationen	vorhanden	fehlen

Nur die Lautstärkeerhöhung und die Tonhöhenverschiebung, die der L E E - Effekt auslöst, entsprechen den gleichen Wirkungen der Vertäbung.

Die übrigen Veränderungen der Sprache unter dem Einfluß der verzögerten Rückkoppelung, wie Iterationen, Langziehen von einzelnen Silben, Beeinträchtigung des logischen Denkens usw., haben mit den Vertäbungseffekten nichts gemeinsam.

V. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die in Kapitel III beschriebenen Veränderungen der Sprache durch die verzögerte Rückkoppelung werden bestätigt.

Zunächst findet sich eine deutliche Lesezeitverlängerung, bedingt durch

- Langziehen einzelner Silben,
- Stockungen und der Verlängerung von Sprachpausen sowie Silben- Vokal und Wortwiederholungen.

Auch Störungen der Wortfindung und des logischen Denkens werden durch Befragen der Versuchsperson verifiziert.

Mit Hilfe des Formantfilterverstärkers kann darüber hinaus eine Lautstärke- und Tonerhöhung graphisch registriert werden.

Vertäubungseffekt

An Hand von dem Vergleich entsprechender Untersuchungen mit der Vertäubung sind wir der Ansicht, daß die Lautstärkenerhöhung des L E E - Effektes auf die gestörte Kontrollfunktion des Gehörs beruht. Der Proband versucht, ebenso wie bei der Vertäubung, durch eine Erhöhung der Lautstärke, die Kontrolle der Sprache durch das Gehör wieder zurückzugewinnen. Dieses Bemühen kann natürlich nicht zum Erfolg führen. Die Lautstärkenerhöhung ist demnach ebenso wie bei der Vertäubung als eine Kompensation des gestörten Gehörs aufzufassen.

Die Tonerhöhung dürfte nach unserer Ansicht nicht direkt, wie A T K I N S O N (4) meint, durch den L E E - Effekt, sondern indirekt durch die Vertäubung und die zusätzliche emotionale Erregung besingt sein, wie man dies im täglichen Leben immer wieder beobachtet.

Die funktionellen Ursachen dieser Lautstärkeerhöhung und Tonerhöhung, die stärkere Innervation und damit

Aktivität der Atemmuskulatur mit erhöhtem Anblasdruck der Stimmlippen, vermehrter Luftbewegung und die erhöhte Spannung der Stimmlippen werden dabei von uns registriert.

Atmung:

Da die Atemfrequenz während des Sprechens durch die verzögerte Sprachrückkoppelung verringert ist, werden die einzelnen Atemzüge tiefer. Die Versuchsperson atmet durchweg an den selben Textstellen, an denen sie auch beim unbeeinflussten Lesen atmet. Durch die Lesezeitverlängerung liegen nun diese entsprechenden Textstellen weiter auseinander, sodaß aus diesem Grund die Atemfrequenz verringert ist. Einzelne Schnappatmungen, die bei unbeeinflusstem Lesen öfters vorkommen, fehlen fast vollständig.

Deshalb entsteht der Eindruck, daß die Versuchspersonen unter dem Einfluß des L E E - Effektes bewußter atmen. Dies entspricht auch der Tatsache, daß beim Einschalten des L E E - Effektes während ruhigem Atmen häufiger und mit einer größeren Atemtiefe geatmet wird. Die Atemfrequenz und Atemtiefe normalisieren sich in den darauf folgenden Atemzügen wieder.

Störung der Sprach- und Sprechkoordination

In ein ganz anderes Gebiet gehören die weiteren Veränderungen der Sprache, die unter dem Einfluß des L E E - Effektes entstehen: Iterationen, das Auftreten von Aktionspotentialen des Zwerchfells ohne Zusammenhang mit der Inspirationsphase und die paradoxen Bewegungen der Stimmlippen.

Die Ursache dieser Veränderungen scheint eine mangelnde Koordination der einzelnen Sprachbildungsorgane zu sein. Diese Koordination ist bei den Iterationen zwar vorhanden, doch erscheint die Koordination des Sprachablaufes gestört.

Das Längerziehen der einzelnen Laute und die verlängerten Sprechpausen scheinen eine Art Kompensation eines höheren Sprachkoordinierungszentrums zu sein, um die Störung des Gehörs auszugleichen. Die einzelnen Laute werden solange

phoniert, bis die verzögerte Rückkoppelung auch bei den überwachenden Zentren eintrifft.

Das kurzzeitige Aussetzen der Stimmbandvibrationen bzw. die Verringerung der Amplitude der Stimmlippen-schwingungen (Abb. 36 und 37) haben schon V A N N I E R, S A U M O N T, L A B A R R A Q U E und H L S S O N (68) beobachtet. Nach diesen Autoren sollen dabei Hörnerven-impulse mit dem in Aktion befindlichen motorischen Recurren-skern interferieren (siehe auch S. 28) und die motorischen Impulse für die Innervation der Stimmlippenmuskeln abbrechen (siehe auch S. 3) .

Einordnung des L E E - Effektes in die drei Koordinations-ebenen der Sprache

Es scheint möglich zu sein, diese verschiedenen Störungen der Sprache den drei Koordinationsebenen von Gardé(zit. nach L U L L I E S (51) und dem kybernetischen Regelschema der Sprache von F R Ü H (28) zuzuordnen.

Nach unseren hypothetischen Vorstellungen wären die Veränderungen der Sprache, die dem Vertäubungseffekt entsprechen, der untersten Koordinationsebene zuzuordnen. In den Hirnnervenkernen und dem Nucleus reticularis würde die Regulation der Aktivität der Atemmuskeln und der Spannung der Stimmlippen (Lautstärke und Tonhöhe) lokalisiert sein. Dabei könnte die Assoziation über eine Verbindung zwischen dem Nucleus cochlearis und den entspreche den Hirnnervenkernen erfolgen.

Dementsprechend wären die paradoxen Glottisbewegungen, die Zwerchfeillinervationen, die außerhalb der Inspirationsphase auftreten, und die Iterationen der zweiten Koordinationsebene zuzuordnen. Diese mes- und diencephale Stufe wäre für die unbewußte Koordinierung der Sprache verantwortlich.

Die Beeinflussung der dritten Koordinationsebene, des Großhirns mit seinen Sprachzentren, drückt sich in der

Störung des logischen Denkens sowie in Wortfindungsstörungen und Wortverdrehungen aus.

Bezeichnend ist, daß gerade diese Störung durch Konzentration und Gewöhnung vermieden werden kann.

beziehung des L E E - Effektes zum Stottern und Poltern

Wenn man die Auswirkung der verzögerten Sprachrückkoppelung auf die einzelnen Sprachstörungen, wie Stottern und Poltern, bezieht, so lassen sich diese in ein Schema einordnen.

Poltern - normale Sprache - Stottern

Die verzögerte Sprachrückkoppelung bewirkt eine Verschiebung dieser einzelnen Gruppen zum Poltern hin. Sie bessert das Stottern, läßt bei normal Sprechenden ein Poltern entstehen und verschlimmert Poltern sogar noch. Nach den Ergebnissen der zwei Versuchsreihen bewirkt die verzögerte Sprachrückkoppelung eine Koordinationsstörung der Sprache und des Sprechapparates. Im Vergleich hierzu könnte das Stottern auf einer Überbetonung der einzelnen Spracheinheiten beruhen, d.h. die untergeordneten Steuersysteme reagieren auf die Befehlsimpulse aus dem Großhirn oder aus der zweiten Integrationsstufe zu stark und lösen so die tonischen und klonischen Symptome aus.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Im ersten Teil wird die Stimm- und Sprachbildung kurz beschrieben. Auch wird auf die Steuermechanismen der Stimm- und Sprachbildung näher eingegangen. Im zweiten Teil wird ein Überblick über Entdeckung, Wesen und verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten der verzögerten Sprachrückkoppelung gegeben. Weiterhin wird die Beziehung des L E E - Effektes zum Stottern und Poltern geschildert.

Im dritten Teil der Arbeit wird von den eigenen Untersuchungen berichtet.

Einmal werden bei 23 Versuchspersonen jeglichen Alters und beiderlei Geschlechts mit Hilfe der Elektromyographie die Aktivitäten der Bauchwand-, Zwerchfell-, Intercostal-, und Mundbodenmuskulatur, mittels eines Aerometers die ex- und inspiratorischen Luftbewegungen, mit Hilfe von Atemgürtel die Brust- und Bauchatembewegungen, sowie durch die Glottographie die Stimmbandfunktionen bei normaler und durch die verzögerte Sprachrückkoppelung gestörter Sprache aufgezeichnet.

In einer zweiten Untersuchungsreihe von 22 Personen werden mittels eines Formantfilterverstärkers zudem noch die Frequenz- und Lautstärkenverhältnisse bei normaler und durch den L E E - Effekt gestörter Sprache aufgezeichnet. Weiterhin werden Vergleichsversuche mit der Vertäubung und unverzügter Rückkoppelung unternommen.

Die Ergebnisse lauten:

1. Die Atemfrequenz sinkt während des Sprechens und steigt bei ruhigem Atmen unter dem Einfluß des L E E - Effektes.
2. Die bewegten Luftvolumina während des Sprechens mit dem L E E - Effekt sind größer.

3. Alle Atemmuskeln zeigen eine verstärkte Aktivität.
4. Während des Sprechens unter dem Einfluß der verzögerten Rückkoppelung treten Zwerchfellaktivitäten auf, die ohne Zusammenhang mit der Inspirationsphase sind. Das Zwerchfell wird bei der Inspiration frühzeitig innerviert.
5. Die Aktivität der Mundbodenmuskeln ist unter dem Einfluß des L E E - Effektes nicht verstärkt.
6. Die Lautstärke der Sprache erhöht sich um etwa 10 Dezibel.
7. Die Tonhöhe steigt.
8. Die Stimmbänder werden stärker gespannt.
9. Die Stimmlippen führen paradoxe Bewegungen aus.
10. Die Stimmlippenschwingungen setzen bei dem Eintreffen der verzögerten Rückkoppelung kurzfristig aus, bzw. ihre Amplitude wird kleiner.

Die Ursachen dieser Veränderungen werden diskutiert und es wird versucht, einige von ihnen zu erklären.

I.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1. Adamczyk, B.: Anwendung des Apparates für die Erzeugung von künstlichem Wiederhall bei der Behandlung des Stotterns.
Folia phoniatr.11, 216-218 (1959)
2. Adamczyk, B.: Correction of Speech in Stuttering Children Carried out Via Telephone Employing Artificial Echo.
Otolaryng.Pol.17, 479-481 (1963)
3. Adamczyk, B.: A New Method of Correction of Speech in Stuttering Individual by Means of Artificial Echo.
Otolaryng.Pol.17, 482-484 (1963)
4. Atkinson, C.J.: A Study of Vocal Responses During Controlled Aural Stimulation.
J.Speech Hearing Dis.17, 419-426 (1952)
5. Atkinson, C.J.: Adaption to Delayed Side - Tone.
J.Speech Hearing Dis.18, 386-391 (1953)
6. Beaumont, J.T. and Foss, B.M.: Individual Differences in Reakting to Delayed Auditory Feedback.
Brit.J.Psychol.48, 85-89 (1957)
7. Black, J.W.: The Effect of Room Characteristics upon Vocal Intensity and Rate.
J.Acoust.Soc.Amer.22, 174-176 (1950)
8. Black, J.W.: The Effect of Delayed Sidetone upon Vocal Rate and Intensity.
J.Speech Hearing Dis.16, 56-60 (1951)

II.

9. Black, J.W.: The Persistence of the Effects of Delayed Sidetone.
J.Speech Hearing Dis. 20, 65-68 (1955)
10. Butler, R.A. and Galloway, F.T.: Factorial Analysis of the Delayed Speech Feedback Phenomenon.
J.Acoust.Soc.Amer.29, 632-635 (1957)
11. Butler, R.A. and Galloway, F.T.: Performances of Normal Hearing and Hard of Hearing Persons on the Delayed Feedback Test.
J.Speech Hearing Res.2, 84-90 (1959)
12. Chase, R.A.: Effect of Delayed Auditory Feedback on the Repetition of Speech Sounds.
J.Speech Hearing Dis.23, 583-590 (1958)
13. Chase, R.A. and Guilfoyle, G.: The Effect of Simultaneous Delayed and Undelayed Auditory Feedback on Speech.
J.Speech Hearing Res.5, 144-151 (1962)
14. Chase, R.A., Harvey, S., Standfast, S., Rapin, I. and Sutton, S.: Comparison of the Effect of Delayed Auditory Feedback on Speech and Kay Tapping.
Science 129, 903-904 (1959)
15. Chase, R.A., Sutton, S. and First, D.: Bibliography: Delayed Auditory Feedback.
J.Speech Hearing Res.2, 193-200 (1959)
16. Chase, R.A., Sutton, S., First, D. and Zubin, J.: A Developmental Study of Changes in Behavior under Delayed Auditory Feedback.
J.genet.Psychol. 99, 101-112 (1961)

III.

17. Cherry, C. and Sayers, B. McA.:
Experiments upon the Total Inhibition
of Stammering by External Control and
Some Clinical Results.
J. Psychosom. Res. 1, 233-246 (1956)
18. Copeland, R. H. and Halpain, N.:
A Device für Free-Field Monitoring of
Delayed Speech Feedback.
J. Speech Hearing Dis. 26, 137-140 (1961)
19. Davidson, G. D.:
Sidetone and Reading Rate, Articulation
and Pitch.
J. Speech Hearing Res. 2, 266-270 (1957)
20. Doehring, D. G. and Harbold, G. J.:
The Relation between Speech Disturbance
and Psychophysiological Changes Re-
sulting from Delayed Speech Feedback.
USN. Sch. Aviat. Med. Res. Rep. Nr. 5 (1957)
21. Draper, M. H., Ladfoged and D. Whitteridge:
Respiratory Muscles in speech.
J. Speech Hearing Res. 2, 16-27 (1959)
22. Ewertsen, H. W.: Delayed Speech Test
Acta Otolaryngol. 45, 383-387 (1955)
23. Fairbanks, G. and Jaeger, R.:
A Device für Continuously Variable Time
Delay of Headset Monitoring during
Magnetic Recording of Speech.
J. Speech Hearing Dis. 16, 162-164 (1951)
24. Fairbanks, G.:
Systematic Research in Experimental
Phonetics: I. A. Theory of the Speech
Mechanism as a Servo Mechanism.
J. Speech Hearing Dis. 19, 133-139 (1954).

IV.

25. Fairbanks, G.: Selective Vocal Effects of Delayed Auditory Feedback.
J.Speech Hearing Dis.20, 333-345 (1955)
26. Fairbanks, G. and Guttman, N.: Effects of Delayed Auditory Feedback upon Articulation.
J.Speech Hearing Res.1, 12-22 (1958)
27. Fillenbaum, S.: Delayed Auditory Feedback with Different Delay Times at Each Ear.
J.Speech Hearing Res.7, 369-371 (1964)
28. Früh, K.F.: Kybernetik der Stimmgebung und des Stotterns.
Eugen Rentsch Verlag, Erlench-Zürich
1965. S. 18 ff.
29. Fulton, R.T. and Spuehler, H.E.: Effects of Frequency Filtering and Delayed Sidetone on Vocal Responses.
J.Speech Hearing Res.5, 382-386 (1962).
30. Gibbons, E.W. and Winchester, R.A.: A Delayed Sidetone Test for Detecting Uniaural Functional Deafness.
Arch. Otolaryng.66, 70-78 (1957)
31. Goldfarb, W. and Braunstein, P.: Reactions to Delayed Auditory Feedback in Schizophrenic Children. In Hoch and Zublin: Psychopathology of Communication, New-York: Grune and Stratton, S. 49-63 (1958). Tit. nach 56.

V.

32. Haas, H.: Über den Einfluß eines Einfach-Echos auf die Hörsamkeit von Sprache. *Acoustica*, I, 49 (1951).
33. Hanley, C.N. and Tiffany, W.R.: An Investigation into the Use of Electromechanically Delayed Sidetone in Auditory Testing. *J. Speech Hearing Dis.* 19, 367-374 (1954)
34. Hanley, C.N. and Tiffany, W.R.: Auditory Malingering and Psychogenic Deafness. *Arch. Otolaryngol.* 60, 197-201 (1954)
35. Harford, E.R. and Jaeger, J.F. Effect of Loudness Recruitment on Delayed Speech Feedback. *J. Speech Hearing Res.* 2, 361-368 (1959)
36. Haywood, H.C. Differential Effects of Delayed Auditory Feedback on Palmar Sweating, Heart Rate, Puls Pressure. *J. Speech Hearing Res.* 6, 181-186 (1963)
37. Kainz Psychologie der Sprache, Band I. S. 172ff. Ferdinand Enke-Verlag, Stuttgart (1954)
38. Kalmus, H., Denes, F. and Fry, D.B.: Effect of Delayed Acoustic Feedback on Some Novocal Activities. *Nature* 175, 1078 (1955)
39. König, G.: Sprachverzögerungstest zum Nachweis der Simulation. *Z. Laryngol. Rhinol.* 34, 748-751 (1955)

VI.

40. Korobow, N.: Reactions to Stress: A Reflection of Personality Trait Organization. J.abnorm.soc.Psychol.51, 464-468 (1955)
41. Kumpf, W.: Akustische Rückkoppelung des Atemgeräusches analog dem LEE-Effekt. Eine neue Simulationsprobe. Vorl.Mitt. HNO (Berlin) 12, 195-196 (1964).
42. Langová, J. and Morávek, M.: An Experimental Study of Stuttering and Cluttering. Rozpravy Československé Akademie Věd Rocnik 76, sesit 10 (1966).
43. Lee, B.S.: Some Effects of Side-Tone Delay. J.Acoust.Soc.Amer.22, 639-640 (1950)
44. Lee, B.S.: Effects of Delayed Speech Feedback. J.Acoust.Soc.Amer.22, 824-826 (1950)
45. Lee, B.S.: Artificial Stutter. J.Speech Hearing Dis.16, 53-55 (1951)
46. Lercne, E. und Nessel, E.: Neue Beobachtungen bei Reihenuntersuchungen mit verzögerter Sprachrückkoppelung. Arch.HNO-Heilkunde u.Z. HNO-Heilkunde 169, 505-508 (1956)
47. Linsener, J. und Linsener H.J.: Untersuchungen zum LEE-Effekt: I. Zur Klassifizierung von Sprachfehlern bei verzögerter Rückmeldung der Lautsprache. Z.Psychol. 168, 26-58 (1963)

VII.

48. Loebell, E.: Mdl. Mitteilung
49. Lotzmann, G.: Zur Anwendung variielter Verzögerungszeiten bei Balbuties.
Folia phoniatr. 13, 276-312 (1961).
50. Lotzmann, G.: Die verzögerte Sprachrückkoppelung als mögliche Variante der Stotter-Therapie.
Die Sprachheilarbeit, 7. Jahrg. 2 (1962)
51. Lullies, H.: Physiologie der Stimme und Sprache.
S. 170ff.
Berlin-Göttingen-Heidelberg Springer-Verlag IX (1953)
52. Maraist, J.A. and Hutton, C.: Effects of Auditory Masking upon the Speech of Stutterers.
J. Speech Hearing Dis. Monogr. Suppl. Nr. 7 (1961)
53. Meyer-Eppler, W. und Luchsinger, R.: Beobachtungen bei der verzögerten Rückkoppelung der Sprache (LEE-Effekt).
Folia phoniatr. 7, 87ff. (1955).
54. Morávek, M. and Langová, J.: The Effects of Delayed Auditory Feedback on Stuttering and Cluttering.
Arch. Nerv. Sup. Praha 5, 130-133 (1963).
55. Moritz, G.: Untersuchungen von Normalsprechenden und Stotterern mit verzögerter Sprachrückkoppelung unter Anwendung variielter Verzögerungszeiten.
Inaugural-Dissertation München (1966).

VIII.

56. Needly, J.N.: A Study of the Speech Behavior of Stutterers and Nonstutterers under Normal and Delayed Auditory Feedback. J.Speech Hearing Dis.26, 63-82(1961)
57. Nessel,E.: Die verzögerte Sprachrückkoppelung (LEE-Effekt) bei Stotterern. Folia phoniatica 10, 199-204 (1958).
58. Perdoncini, G.: Audition et Phonation. J.franc.d'Oto-Rhino-Laryngol. 6, 373-378 (1957)
59. Perdoncini, G.: Essay cybernetique sur la communication phonoaudiologique. J.franc.d'Oto-Rhino-Laryngol. 6 466-475 (1957)
60. Peters, R.W.: The Effect of Changes in Sidetone Delay and Level upon Rate of Oral Reading of Normal Speakers. J.Speech Hearing Dis. 19, 483-490 (1954)
61. Ros~~S~~,H., Copeland and Halpain,N.: A Device for Free-Field Monitoring of Delayed Speech Feedback. J.Speech Hearing Dis.26, 137-140 (1961)
62. Schilling,A. Stimm-und Sprachstörungen.Aus: Berendes,J.: Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde, ein kurzgefaßtes Handbuch.Band II, Teil 2, S.1235ff. G.Thieme-Verlag,Stuttgart (1963).
63. Schwartz,R.J.and Steer,M.D.: Vocal Responses to Delayed Auditory Feedback in Congenitally Blind Adults. J.Speech Hearing Res.5, 382-386 (1962).

IX.

64. Spilka, B.: Relationships between Certain Aspects of Personality and Some Vocal Effects of Delayed Speech Feedback.
J.Speech Hearing Dis.19, 491-503 (1954)
65. Spilka, B.: Some Vocal Effects of Different Reading Passages Time Delays in Speech Feedback.
J.Speech Hearing Dis.19, 37-47 (1954)
66. Tiffany, W.R. and Hanley, C.N.: Delayed Speech Feedback as a Test for Auditory Malingerings. Science 115, 59-60 (1952)
67. Tiffany, W.R. and Hanley, C.N.: Adaption to Delayed Sidetone.
J.Speech Hearing Dis.21, 164-172 (1956)
68. Vannier, J., Saumont, R., Labarraquet, L. et Husson, R.: Production Experimentale des Blocages Synapthiques recurrentiels par des Stimulations Auditives Homorythmiques avec Dephasages Reglables.
Rev.Laryngol.75, 16off. (1954).
69. Winchester, R.A. and Gibbons, E.W.: Relative Effectiveness of Three Modes of Delayed Sidetone Presentation.
Arch.Otolaryngol.65, 275-279 (1957)
70. Winchester, R.A., Gibbons, E.W. and Krebs, D.F.: Adaption to Sustained Delayed Sidetone.
J.Speech Hearing Dis.24, 25-28 (1959)
71. Winkel, F.: Tonhöhen-Extraktor zur Messung und Steuerung von Stimme und Sprache.

X.

Arch.HNO-Heilkunde 182, 651-655 (1963)

72. Winkel, F.: Kybernetische Funktionen bei der Stimm-
gebung und beim Sprechen.
Phonetica (Basel) 9, 108-126 (1963)
73. Yates, A.J.: Delayed Auditory Feedback.
Psych.Bull.60, 213-232 (1963).

Herrn Priv. Doz. Dr. med. E. Loebell bin ich
für die Überlassung des Themas und für die
Korrektur der Arbeit zu tiefsten Dank ver-
pflichtet.

Ebenso danke ich Herrn Prof. Dr. A. Herrmann
für die Möglichkeit, an seiner Klinik experi-
mentell arbeiten zu können.

Mein Dank gilt auch den med. technischen
Assistentinnen Frl. Maschmann, Frl. Wollers-
berger und Fr. Kleber, die mir durch ihre Mit-
arbeit das Gelingen der Experimente ermöglicht
haben.

Lebenslauf

Als Sohn des Dr. med. habil. Walter Pfeifer, Facharzt für Röntgenologie, und seiner Ehefrau Maria Pfeifer, geb. Paustenbach, wurde ich am 7. März 1943 in Leipzig geboren.

Meine vierjährige Grundschulzeit verbrachte ich in Sande i.O. Anschließend besuchte ich ab Ostern 1953 9 Jahre das humanistische Gymnasium "Kolleg St. Blasien" im Schwarzwald. Am 3.3.1962 legte ich die Reifeprüfung ab.

Im Sommersemester 1962 begann ich mein Medizinstudium in München. 1963 bestand ich hier das Vorphysikum und 1964 das Physikum.

Im Sommersemester 1965 wechselte ich an die Universität Kiel. Seit dem Wintersemester 1965/66 studiere ich wieder in München und begann in der Hals - Nasen - Ohrenklinik mit der vorliegenden Arbeit.

